PNEUMATIKA

PNEUMATIKA

Osnova

- Základní pneumatické prvky, systémy a obvody
- Řízení rychlosti/síly pneumatických pohonů
- Elektropneumatické převodníky
-Pneumatické obvody a jejich kreslení, schematické značky
- Řízení pneumatických obvodů
- Syntéza pneumatických obvodů

DRUH MEDIA

- PNEUMATICKÉ:
  - - médium – stlačený vzduch
  - - pracovní tlak do 1 MPa
- HYDRAULICKÉ:
  - - médium – hydraulická kapalina
  - - pracovní tlak 50 MPa a více

PNEUMATICKÉ SYSTÉMY

- Výhody
- jednoduchá konstrukce
- vzduch působí jako přirozený tlumič rázů
- vzduch je stlačitelný => možnost akumulování energie
- vysoké rychlosti - 0,05 až 3 (5) ms^{-1}
- nízké tření - jeden zdroj tlaku stačí na rozvod po celém systému
- šetrnost vůči životnímu prostředí (vzduch lze vypustit, odpadá nutnost zpětného vedení vzduchu)
- možnost použití ve výbušných prostředích
- snadná ochrana proti přetížení – pojistné ventily

PNEUMATICKÉ SYSTÉMY

- **Nevýhody**
- těžko lze dosáhnout konstantních rychlostí pohybu
- nutnost velkých průtoků média
- při expanzi (rozpínání) vzduch dochází k jeho ochlazování, může dojít až k zamrznutí systému
- vzhledem k relativně nízkým pracovním tlakům jsou rozměry pneumatických zařízení poměrně velké
- vyšší úroveň hluku v místě spotřeby vzduchu (zdroj tlakového vzduchu lze umístit v odděleném prostoru)

HYDRAULICKÉ SYSTÉMY

- Výhody
- oproti pneumatice možnost vyšší výstupní síly
- přesnost při nízkých rychlostech
- možnost zastavení v mezi polohách
- rozběh z klidu při nejvyšším zatížení
- přesnost pohybu

HYDRAULICKÉ SYSTÉMY

- Nevýhody
- díky vyšší viskozitě média jsou možné pouze nižší průtoky => nižší rychlosti (0,005 až 0,5 ms^{-1})
- díky většímu tření v rozvodu musí být zdroje tlakového média umístěny na každém stroji zvlášť
- nutnost zpětného odvodu hydraulické kapaliny
- unikající kapalina může způsobit znečištění životního prostředí

JEDNOTKY PRO MĚŘENÍ TLAKU VZDUCHU

- Tlak
  - Výpočet: $p = F / S$
  - Základní jednotka: 1 Pa = 1 Nm^{-2}
  - Tlak je určitá síla na plochu
  - Tlak 1Pascalu je síla 1 Newtonu na ploše 1 metru čtverečního
  - Tlak 1Pa je velice malý, a proto se v technické praxi používají větší tlaky a jiné jednotky

ATMOSFERICKÝ TLAK

- **Atmosferický tlak** je síla, kterou působí atmosféra planety (obvykle chápána Země) na jednotkovou plochu v daném místě.
- Atmosferický tlak dosahuje nejvyšších hodnot při hladině moře (popř. povrchu planety) a s rostoucí výškou klesá. Atmosférický tlak není stálý, ale kolísá na daném místě zemského povrchu kolem určité hodnoty.
- Tlak menší než barometrický (průměrný atmosferický) tlak se nazývá **podtlak**, tlak větší než barometrický tlak se nazývá **přetlak**. Prostor s takřka nulovým tlakem se nazývá *vakuum*.
- Atmosférický tlak má velký význam v meteorologii.

ABSOLUTNÍ, RELATIVNÍ A DIFERENČNÍ TLAK

- Absolutní tlak, relativní tlak a diferenční tlak[editovat | editovat zdroj]
- Každé měření tlaku a to i například měření tlaku v pneumatikách, se vztahuje k nějakému referenčnímu tlaku. Většinou bývá měření vztaženo k tlaku fyzikální atmosféry, jindy to je měření vzhledem k ideálnímu vakuu nebo vůči jinému referenčnímu tlaku. Při měření tlaku tedy rozlišujeme následující pojmy:

ABSOLUTNÍ, RELATIVNÍ A DIFERENČNÍ TLAK

- **Absolutní tlak** je tlak měřený vůči ideálnímu vakuu, absolutní tlak je roven relativnímu tlaku plus atmosférický tlak.
- **Relativní tlak** je tlak měřený vůči atmosférickému tlaku, takže je roven rozdílu absolutního tlaku a atmosférického tlaku.
- **Diferenční tlak** je rozdíl tlaku mezi dvěma různými body.

HRUBÉ ROZDĚLENÍ VELIKOSTI TLAKU

- Vakuum 0 Pa (absolutně prázdný prostor, je to spíše hypotetická situace)
- Pro technickou praxi se používá údaj -100kPa

- Atmosférický tlak u hladiny moře 101,3kPa
- Důležítý pro meteorologii, jednotka 1013hPa

- Relativní tlak, používá se v technické praxi
- Běžné hodnoty tlaku se pohybují do 1000kpa

JEDNOTKY PRO MĚŘENÍ TLAKU VZDUCHU

- Další jednotky:
- 1 MPa = 1.10^3 kPa = 1.10^6 Pa = 9,81 bar = 10 bar

  1 bar =0,1 N/mm² = 10 N/cm²

- 100 000Pa = 1Bar = 1Atm = 14,5 p.s.i. = 1kp/cm²
- Vakuum: - 100 kPa

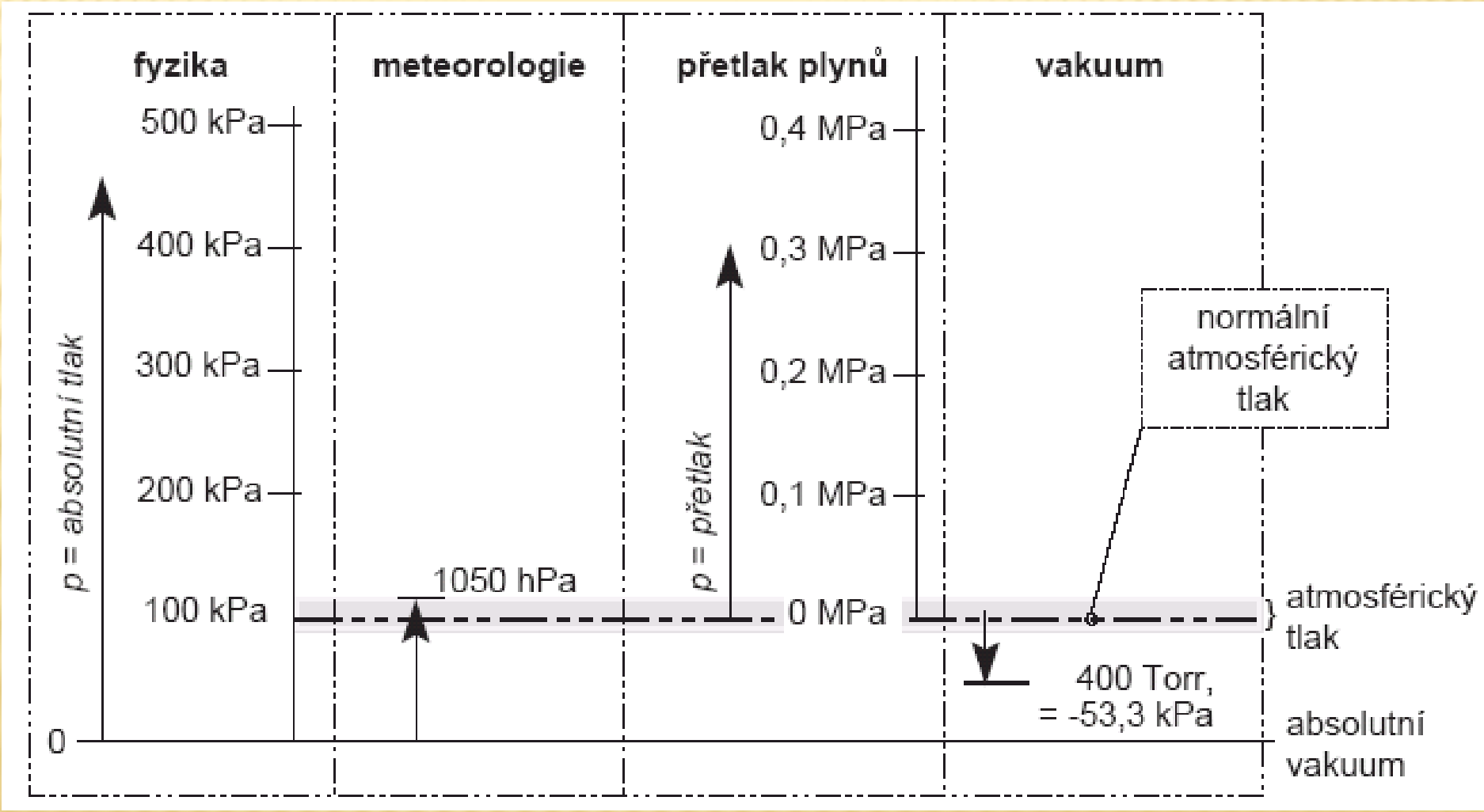
JEDNOTKY PRO MĚŘENÍ TLAKU VZDUCHU

- Anglo-saské míry:

- **Libra na čtvereční palec**[|
- 1 psi = 6894,8 Pa ("*pound per square inch*"). Nejčastěji používaná jednotka pro měření tlaku v angloamerických teritoriích.
- **palec/inch^2 = 0,025 m^2**
- **libra/pound 1lb = 0,453kg**
  - 1 kPa = 14,5 psi
  - 1 psi = 6,89 kPa

Jednotky tlaku

	název jednotky	značka	převod jednotek
nové jednotky tlaku	Pascal	Pa	1 Pa = 1 N/m²
	megapascal	MPa	1 MPa = 10^6 Pa = 10 bar
	kilopascal	kPa	1 kPa = 1 000 Pa = 10 mbar
	hektopascal	hPa	1 hPa = 100 Pa = 1 mbar
staré jednotky tlaku	bar	bar	1 bar = 10^5 Pa = 0,1 MPa
	milibar	mbar	1 mbar = 10^{-3} bar = 100 Pa
	kilopond na čtverečný centimetr	kp/cm²	1 kp/cm² = 98 066 Pa = 0,981 bar
	metr vodního sloupce	m H_2O (m v.s.)	1 m H_2O = 98 066 Pa = 0,981 bar
	technická atmosféra	at	1 at = 98 066 Pa = 0,981 bar
	fyzikální atmosféra	atm	1 atm = 101 325 Pa
	Torr (mm rtuťového sloupce)	Torr (mm Hg)	1 Torr = 133,3224 Pa (1bar = 750 Torr)
anglosaské jednotky tlaku	libra na čtverečný palec	p.s.i. (lb./sq. in.)	1 p.s.i. = 6 894,74 Pa (1 bar = 14,5 p.s.i.)
	libra na čtverečnou stopu	lb./sq. ft.	1 lb./sq. Ft. = 47,8802 Pa


fyzika
meteorologie
přetlak plynů
vakuum
500 kPa
400 kPa
300 kPa
200 kPa
100 kPa
0
p = absolutní tlak
1050 hPa
p = přetlak
0,4 MPa
0,3 MPa
0,2 MPa
0,1 MPa
0 MPa
normální atmosférický tlak
atmosférický tlak
400 Torr,
= -53,3 kPa
absolutní vakuum

VLASTNOSTI STLAČENÉHO VZDUCHU

- Vlhkost
- Rosný bod – teplota, při níž se začne vylučovat, při daném tlaku, vlhkost obsažená ve vzduchu ve formě kondenzátu. Při zvyšování tlaku klesá hodnota rosného bodu.

- Relativní vlhkost vzduchu – poměr skutečného množství vlhkosti ve vzduchu k maximálnímu možnému množství vlhkosti ve vzduchu. Je udávána v procentech, proto musíme výsledek vynásobit stem

VLASTNOSTI VZDUCHU

- Vzduch je směs plynů. Tvoří ho 78 % dusíku, 21 % kyslíku a 1 % připadá na vzácné prvky, jako je například Argon. Z fyzikálního hlediska ho popisujeme pomocí **objemu (V)**, **tlaku (p)** a **teploty (t)**.
- S určitým zjednodušením platí, že **(p.V)/t = konstanta.** Pokud vzduch stlačíme v kompresoru na menší objem, stoupne jeho tlak a teplota.

VLASTNOSTI VZDUCHU

- Když omezíme molekulám vzduchu možnost pohybu nějakou plochou (s) naráží na ni silou (F), která vytváří tlak (p). **p = F/s**
- Jeho jednotkou je **Pascal.** Síla 1 N (Newton) působící na plochu 1 m^2 vytváří tlak 1 Pascalu. Dříve se pro tlak používala i jednotka atm (1 atm = 0,981 bar).

BOYLEŮV–MARIOTTŮV ZÁKON

- **Boyleův–Mariottův zákon**, zvaný též **Boyleův zákon** je termodynamický vztah pro izotermický děj probíhající v ideálním plynu stálé teploty.
- Boyleův-Mariottův zákon říká, že součin tlaku a objemu plynu je stálý, tedy
- p * V = konst. p1 * V1 = p2 * V2
- Kde p je tlak v pascalech V je objem v m3

POUŽITÍ BOLEY – MARIOTTOVA ZÁKONA

- Máme krychli o objemu 4m3 při atmosferickém tlaku
- Vzduch v krychli stlačíme do objemu 1m3
- Jaký bude tlak v krychli

- p2 =(p1 * V1) / V2
- P2 = (100kPa *4m3) / 1m3 = 400kpa
- V krychli bude relativní tlak 300kpa

IZOBARICKÝ DĚJ – GAY-LUSSACŮV ZÁKON

- Gay-Lussacův zákon popisuje lineární závislost objemu ideálního plynu na jeho teplotě při konstantním tlaku - izobarický proces. Konstanta úměrnosti se nazývá teplotní objem

- V1/ t1 = V2 / t2

POUŽITÍ ZÁKONA

- Ohřejeme-li 1m3 vzduchu z 0 stupnů na 100 stupnů kolikrát se zvětší objem
- 0 C = 273K Kelvinů
- 100C = 373K
- V2 = (V1 * t2)/t1
- V2 = 1m3 * 373K) / 273K = 1,34m3

IZOCHORICKÝ DĚJ – CHARLESŮV ZÁKON

- Charlesův zákon říká, že tlak plynu je přímo úměrný jeho termodynamické teplotě při konstantním objemu, tudíž popisuje izochorický děj a konstanta úměrnosti se nazývá teplotní rozpínavost při konstantním objemu

- $p1/t1 = p2/t2$

PŘÍKLAD

- Jaký bude tlak vzducu v krychli o objemu 1m3 ohřejeme-li ji z 0C na 100C

- p2 = (p1 * t2) t1
- P2 = (100kPa * 373K) / 273K
- P2 = 136kPa

VLASTNOSTI VZDUCHU

- Teplotu můžeme měřit v **°C** nebo v **K** (Kelvinech). Rozdíl je v tom, že Kelviny se počítají od „absolutní nuly“. **0 K = - 273,15 °C.** Velikost jednoho stupně je stejná v °C i K.
- **Průtok** stlačeného vzduchu vyjadřuje objem, který proteče určitým místem za jistý čas. Jde jinými slovy o spotřebu stlačeného vzduchu stroje. Vyjadřuje se v l/min., m^3/min nebo m^3/h (1 m^3 = 1000 l). **Objemové průtoky můžeme srovnávat jen tehdy, pokud jsou vztaženy ke stejnému tlaku a teplotě.** V případě srovnání kompresorů musíme měřit vždy na stejném místě (sání, výtlak).

VLASTNOSTI VZDUCHU

- Atmosférický vzduch obsahuje také vodní páru. **Rosný bod** je teplota, při které je vzduch plně nasycen vodní párou. To znamená, že **relativní vlhkost** (% možného nasycení vzduchu vodní párou) dosáhla 100 %. Pokud ho ještě více ochladíme, začne pára kondenzovat v kapalinu. To se děje v kompresoru, když po stlačení ochladíme zahřátý vzduch. Pokud je ve vzduchu hodně vodní páry, **absolutní vlhkost** v g/m^3 je vysoká, tím vyšší musí mít vzduch teplotu, aby voda nezkondenzovala. Naopak suchý vzduch můžeme mnohem více ochladit bez nebezpečí kondenzace.

VLASTNOSTI VZDUCHU

- Pokud ale vzduch stlačujeme, mluvíme o **tlakovém rosném bodu.**
- Jak už víme, **vzduch stlačit lze, ale kapalinu v něm ne.** Jak stoupá tlak a klesá objem vzduchu, stoupá teplota tlakového rosného bodu. Pokud je při teplotě 0 °C relativní vlhkost 100 %, při tlaku 7 bar již přesáhne 30 °C.

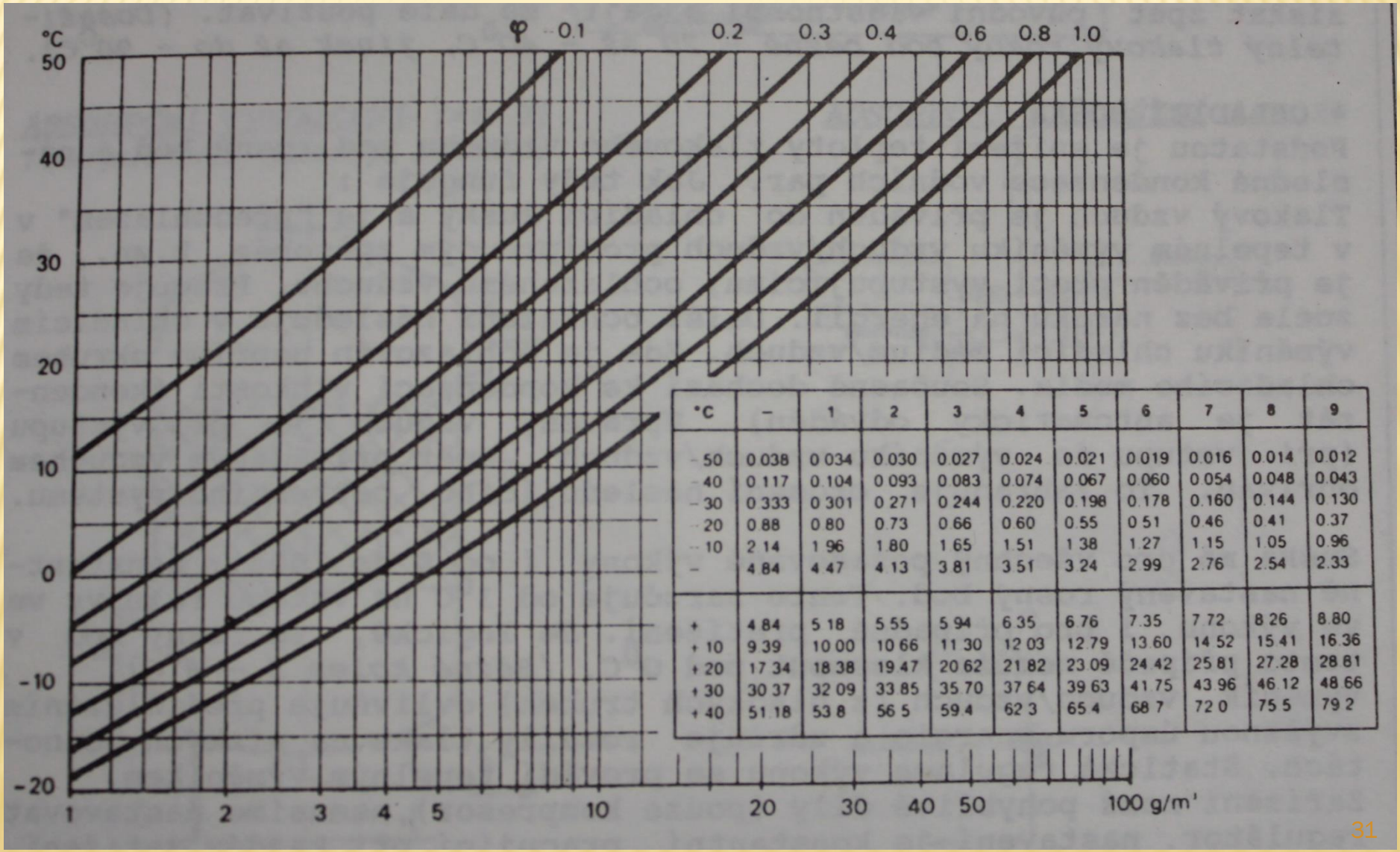
VLASTNOSTI VZDUCHU

- V praxi to znamená, že když stlačíme vzduch na 10 barů, zmenší se jeho objem na 1/10. Tím klesne při stejné teplotě na 1/10 i jeho schopnost pojmout vlhkost. Při teplotě 25 °C je maximální obsah vody v 1 m^3 nasyceném vzduchu 23,05 g. Po stlačení na 10 barů (při zachování stejné teploty) se nám vyloučí 20,75 g vody jako kondenzát

MAXIMÁLNÍ OBSAH VODY VE VZDUCHU PŘI URČITÉ TEPLOTĚ

Teplota oC	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40
Obsah vody g/m3	4,98	6,86	9,51	13,04	17,69	23,76	31,64	41,83	54,11
Teplota oC	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
Obsah vody g/m3	4,98	3,42	2,37	1,61	1,08	0,7	0,45	0,29	0,18

OBSAH VODY VE VZDUCHUPŘI RŮZNÝCH RELATIVNÍCH VLHKOSTECH



°C	–	1	2	3	4	5	6	7	8	9
– 50	0 038	0 034	0 030	0 027	0 024	0 021	0 019	0 016	0 014	0 012
– 40	0 117	0 104	0 093	0 083	0 074	0 067	0 060	0 054	0 048	0 043
– 30	0 333	0 301	0 271	0 244	0 220	0 198	0 178	0 160	0 144	0 130
– 20	0 88	0 80	0 73	0 66	0 60	0 55	0 51	0 46	0 41	0 37
– 10	2 14	1 96	1 80	1 65	1 51	1 38	1 27	1 15	1 05	0 96
–	4 84	4 47	4 13	3 81	3 51	3 24	2 99	2 76	2 54	2 33
+	4 84	5 18	5 55	5 94	6 35	6 76	7 35	7 72	8 26	8 80
+ 10	9 39	10 00	10 66	11 30	12 03	12 79	13 60	14 52	15 41	16 36
+ 20	17 34	18 38	19 47	20 62	21 82	23 09	24 42	25 81	27.28	28 81
+ 30	30 37	32 09	33 85	35 70	37 64	39 63	41 75	43 96	46 12	48 66
+ 40	51 18	53 8	56 5	59 4	62 3	65 4	68 7	72 0	75 5	79 2

VLASTNOSTI STLAČENÉHO VZDUCHU

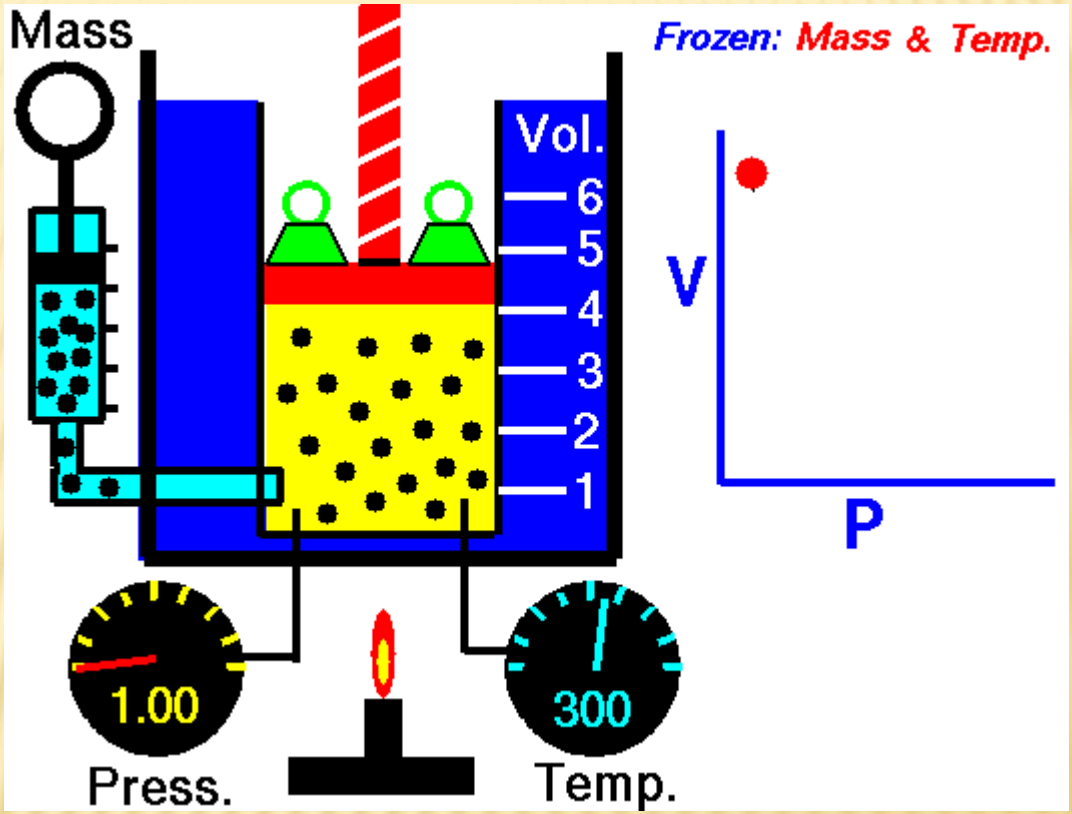
- Každý čtverec prezentuje krychli 1 m3 atmosférického vzduchu o teplotě 20oC, s relativní vlhkostí 50%. Určete množství vyloučené vody ze vzduchu v g/m3 pokud stlačíme všechny krychle do jedné.
- *RH 100% při 20 °C* *17,69* $g_{H2O/m}{}^3$
- *RH 50% při 20 °C* *8,845* g_{H2O}/m^3



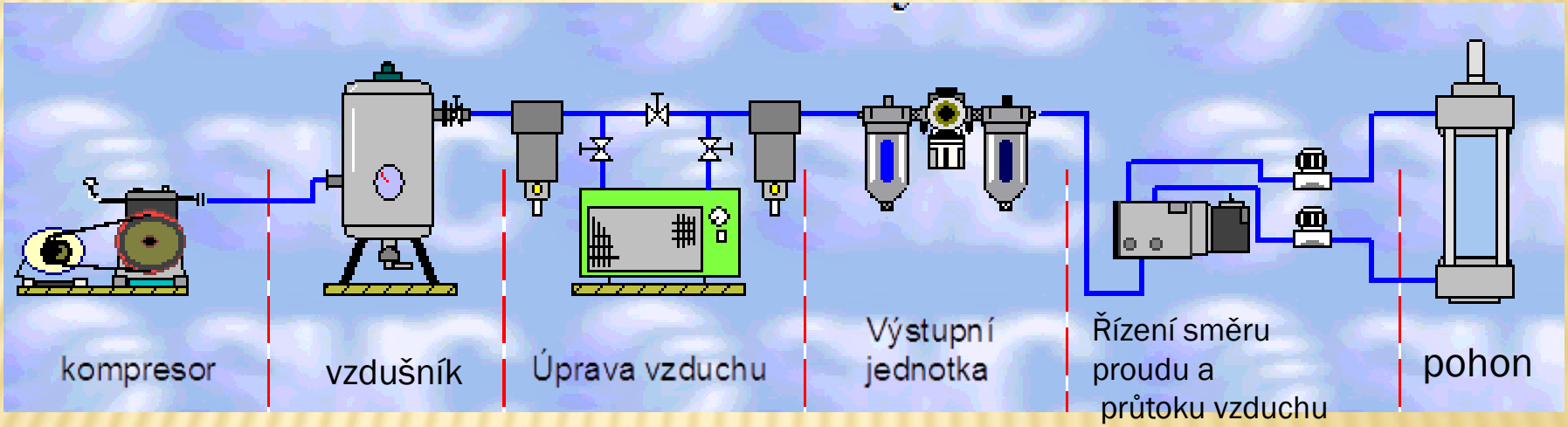
VLASTNOSTI STLAČENÉHO VZDUCHU

- Po stlačení všech krychlí do objemu 1m^3 obsahuje tato krychle 35g H_2O
- Maximální množství H20 obsažené ve vzduchu při 20°C je 17,69 g /m^3
- Zbytek H_2O , tedy 17,69g , se vyloučí ve formě kondenzátu
- Tlak vzduchu v krychli bude 0,3Mpa

VZTAHY: TLAK , OBJEM, TEPLOTA



PNEUMATICKÝ OBVOD



KOMPRESOROVÁ STANICE

Výroba, úprava a rozvod stlačeného vzduchu

Prvky obvodu a jejich funkce:

Kompresor

Vzduch s atmosférickým tlakem je nasáván kompresorem, stlačován a s vyšším tlakem dopravován do rozvodné sítě. Mechanická energie kompresoru se převádí na potenciální energii stlačeného vzduchu.

Elektromotor

Je zdrojem mechanické síly kompresoru. Převádí elektrickou energii na energii mechanickou.

Tlakový spínač

V závislosti na tlaku vzduchu ve vzdušníku ovládá chod elektromotoru. Jsou na něm nastaveny bod sepnutí při dosažení minimálního tlaku a bod vypnutí při dosažení maximálního tlaku vzduchu.

Zpětný ventil

Umožňuje proudění vzduchu z kompresoru do vzduchojemu a při odstavení kompresoru brání průtoku stlačeného vzduchu v obráceném směru.

Vzdušník

Slouží jako zásobník stlačeného vzduchu dodávaného kompresorem. Jeho velikost se odvozuje od výkonu kompresoru. Čím je jeho obsah větší, tím delší jsou intervaly mezi provozem kompresoru.

Manometr

Měří tlak vzduchu ve vzdušníku.

Automatické vypouštění kondenzátu

Zařízení slouží k automatickému odpouštění kondenzátu, který se vyloučí ochlazením vzduchu ve vzdušníku.

Přetlakový pojistný ventil

Jedná se zajištění bezpečnosti a pojištění funkce tlakového spínače. Při dosažení nastaveného tlaku odpustí vzduch do atmosféry a zabrání tak překročení dovoleného provozního tlaku ve vzdušníku.

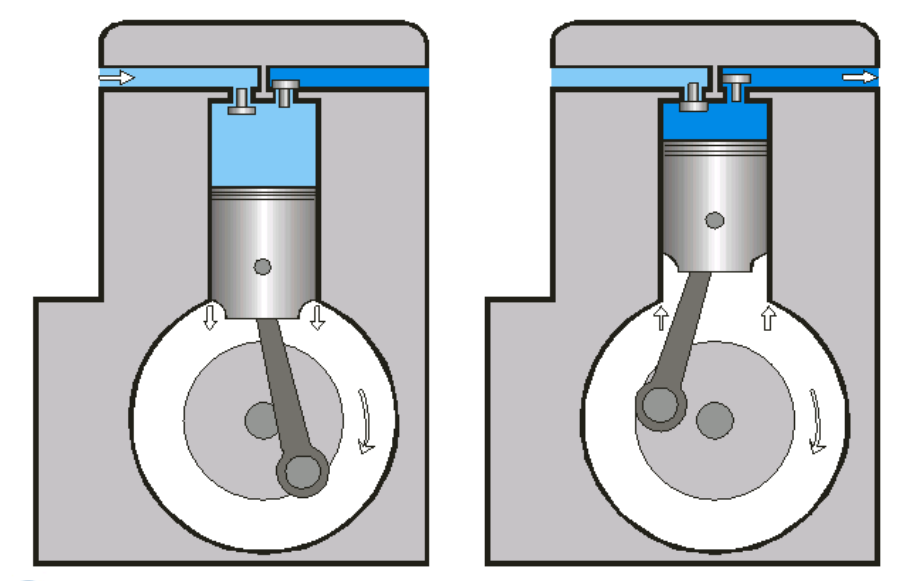
KOMPRESOR

- Má za úkol nasávat vzduch nejčastěji z venkovního prostředí přes mechanické filtry vzduchu a následně ho stlačit
- K výrobě stlačeného vzduchu se používají různé mechanické principy. Pístový , membránový, šroubový, lamelový
- Kompresor dodává tlačený vzduch do vzdušníku
- Tlak vzduchu ve vzdušníku řídí mechanický tlakový spínač
- Po dosažení určitého tlaku ve vzdušníku 10Barů, tlakový spínač kompresor vypne. Poklesne-li tlak ve vzdušníku na 7Barů tlakový spínač kompresor opět zapne.
- Tlak ve vzdušníku kolísá v rozmezí 7 až 10 baru
- Kompresor je definován požadovaným tlakem a množstvím vzduchu v litrech za minutu

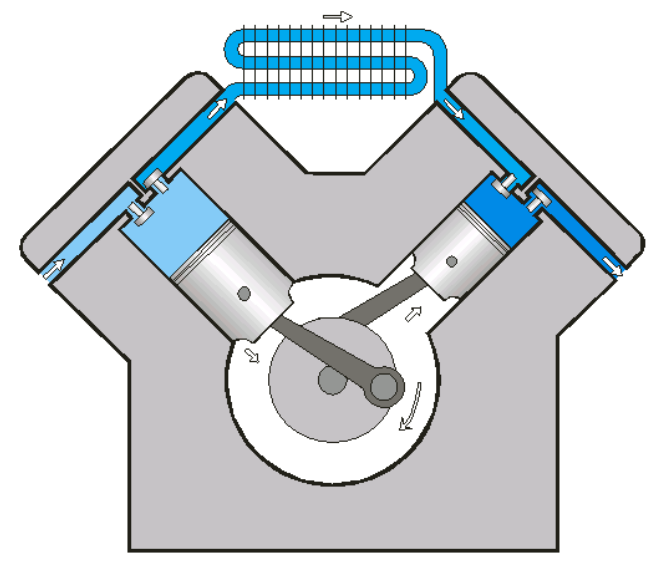
KOMPRESORY

- **Pístové**

- jednostupňové

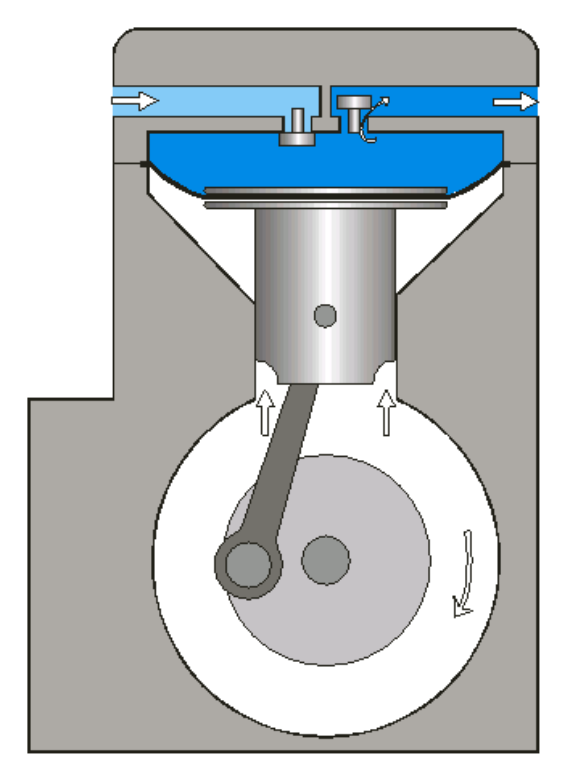


- dvoustupňové

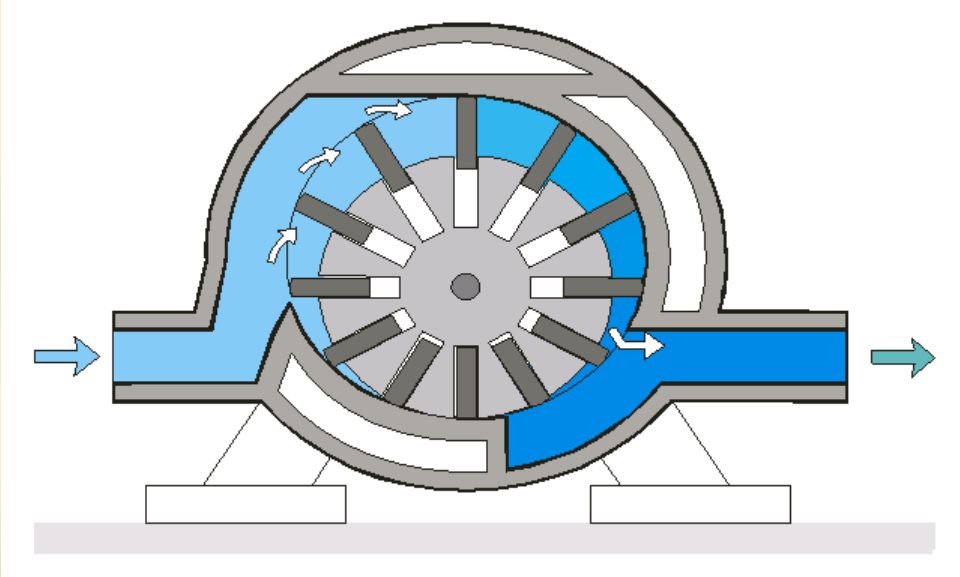


KOMPRESORY

- Membránový

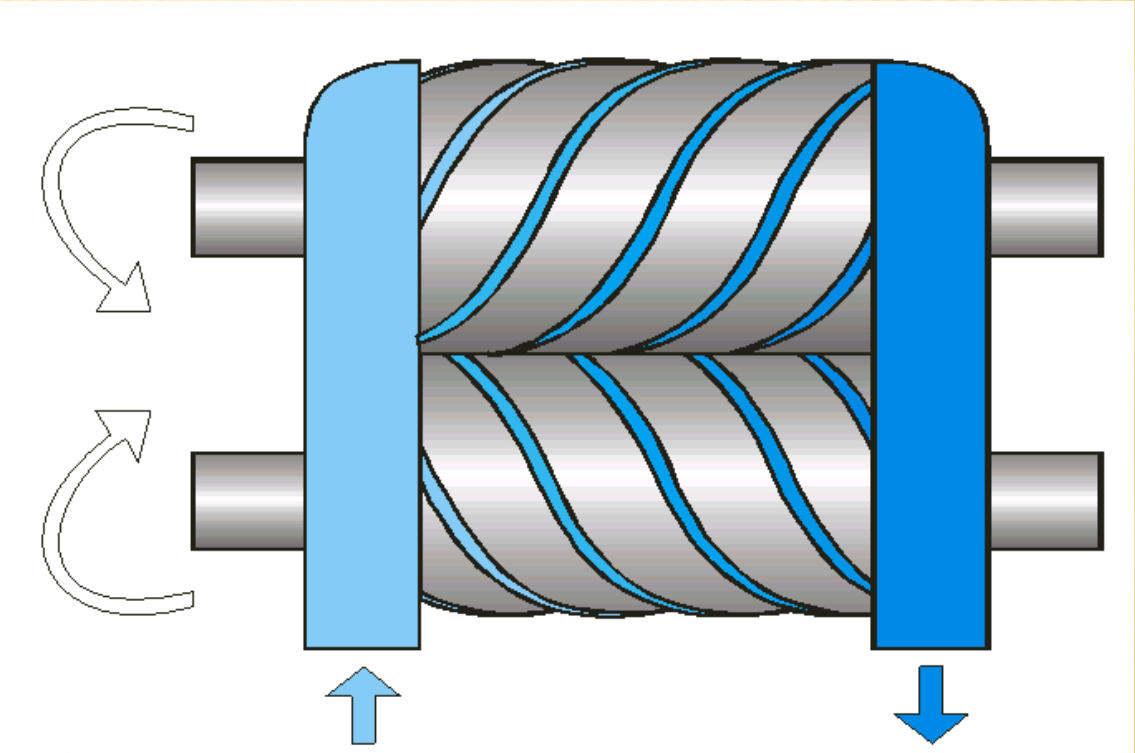


- Lamelový



KOMPRESORY

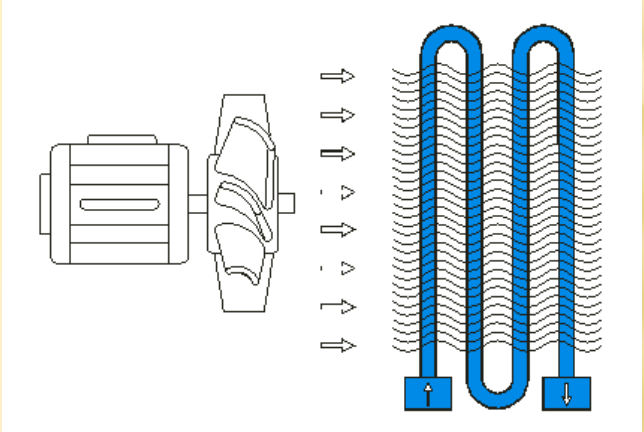
- Šroubový



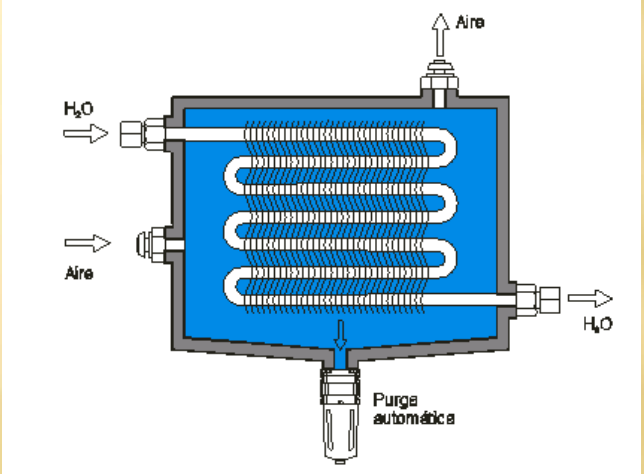
CHLAZENÍ STLAČENÉHO VZDUCHU

- **Chladič**

  - vzduch - vzduch



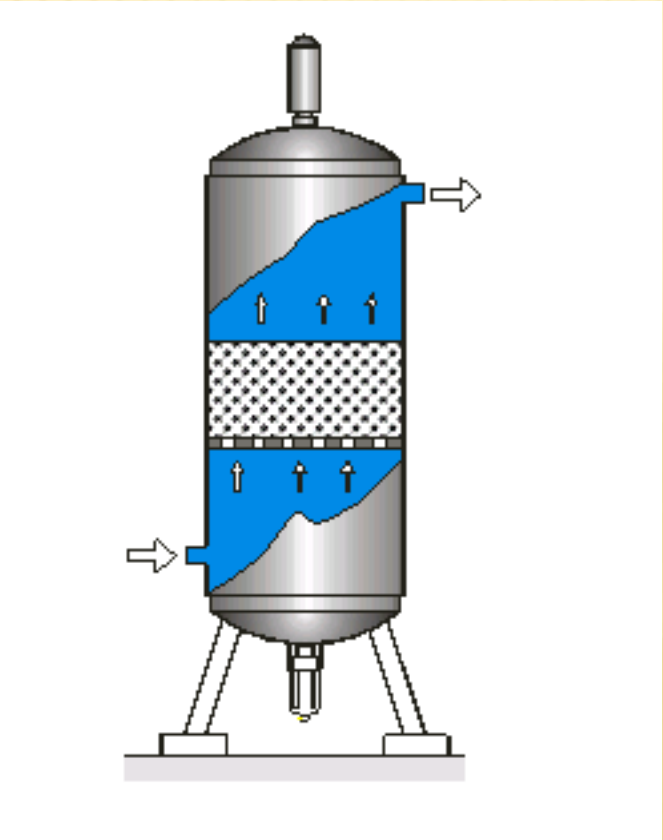
  - voda - vzduch

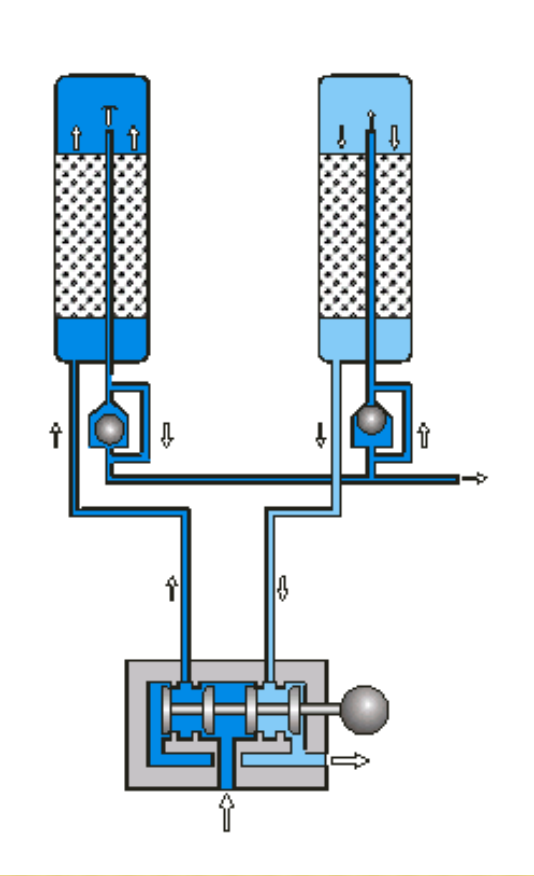


ODSTRANĚNÍ VLHKOSTI ZE VZDUCHU

- Sušení stlačeného vzduchu

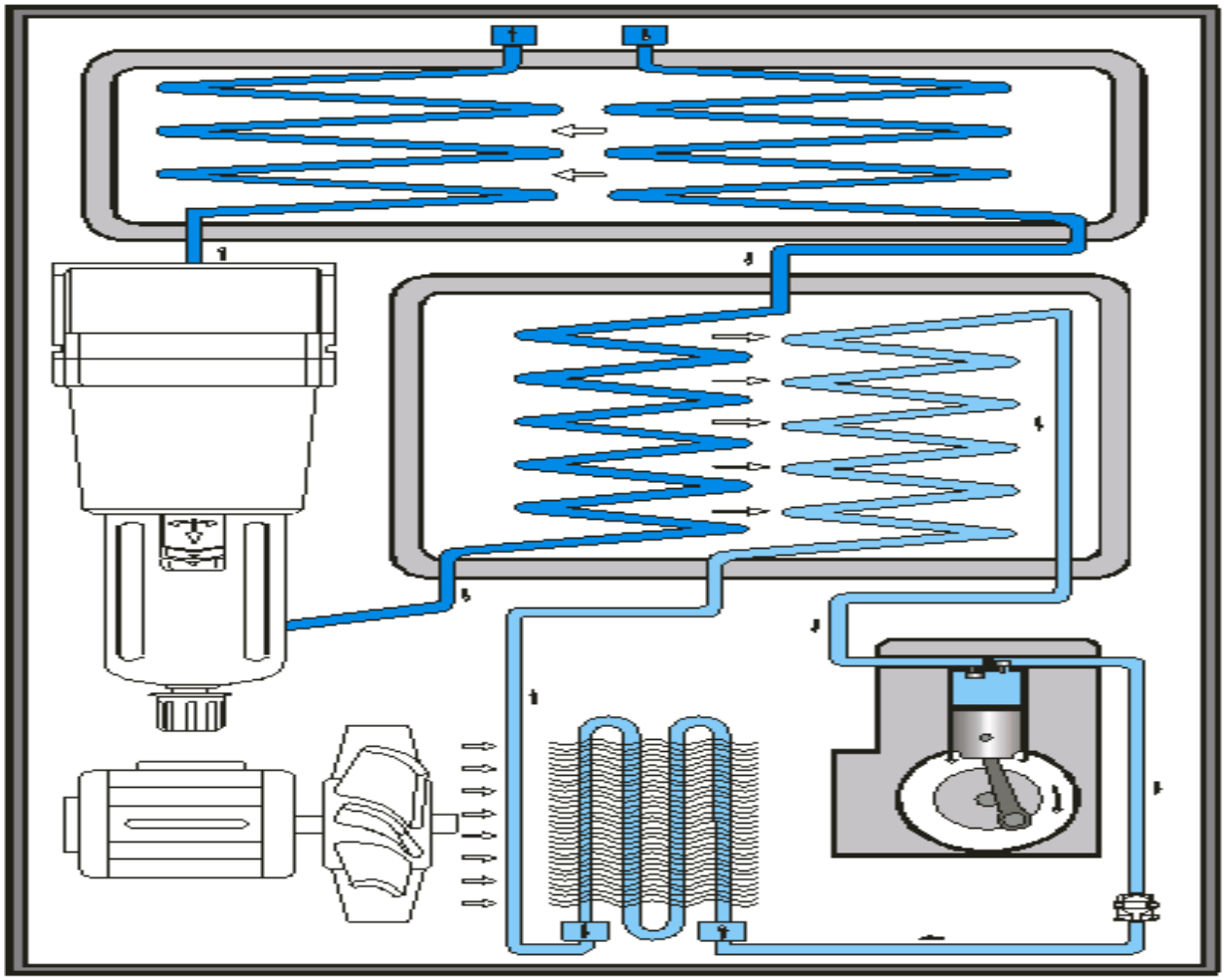
  - absorbční vysoušení





ODSTRANĚNÍ VLHKOSTI ZE VZDUCHU

- Kondenzační vysoušení



1. výměník tepla pro přiváděný a odváděný stlačený vzduch
2. výměník tepla vzduch - freon
3. chladič freonu
4. ventilátor chladiče freonu
5. freonový kompresor
6. termostatem ovládaný ventil
7. vzduchový filtr
8. automatické vypouštění kondenzátu

VZDUŠNÍK

- Akumuluje dostatečné množství stlačeného vzduchu cílem pokrýt jeho spotřebu i pro špičkové odběry
- Vyrovnávat tlakové rázy
- Umožnit odloučení vody a oleje z tlakového vzduchu
- Pro vzdušníky a tlakové nádoby platí ČSN 690010
- K zákonnému příslušenství platí:

- Výrobní štítek- výrobce, rok výroby,maximální tlak
- Provozní manometr s vyznačeným maximálním tlakem
- Pojišťovací ventil
- Odkalovací ventil

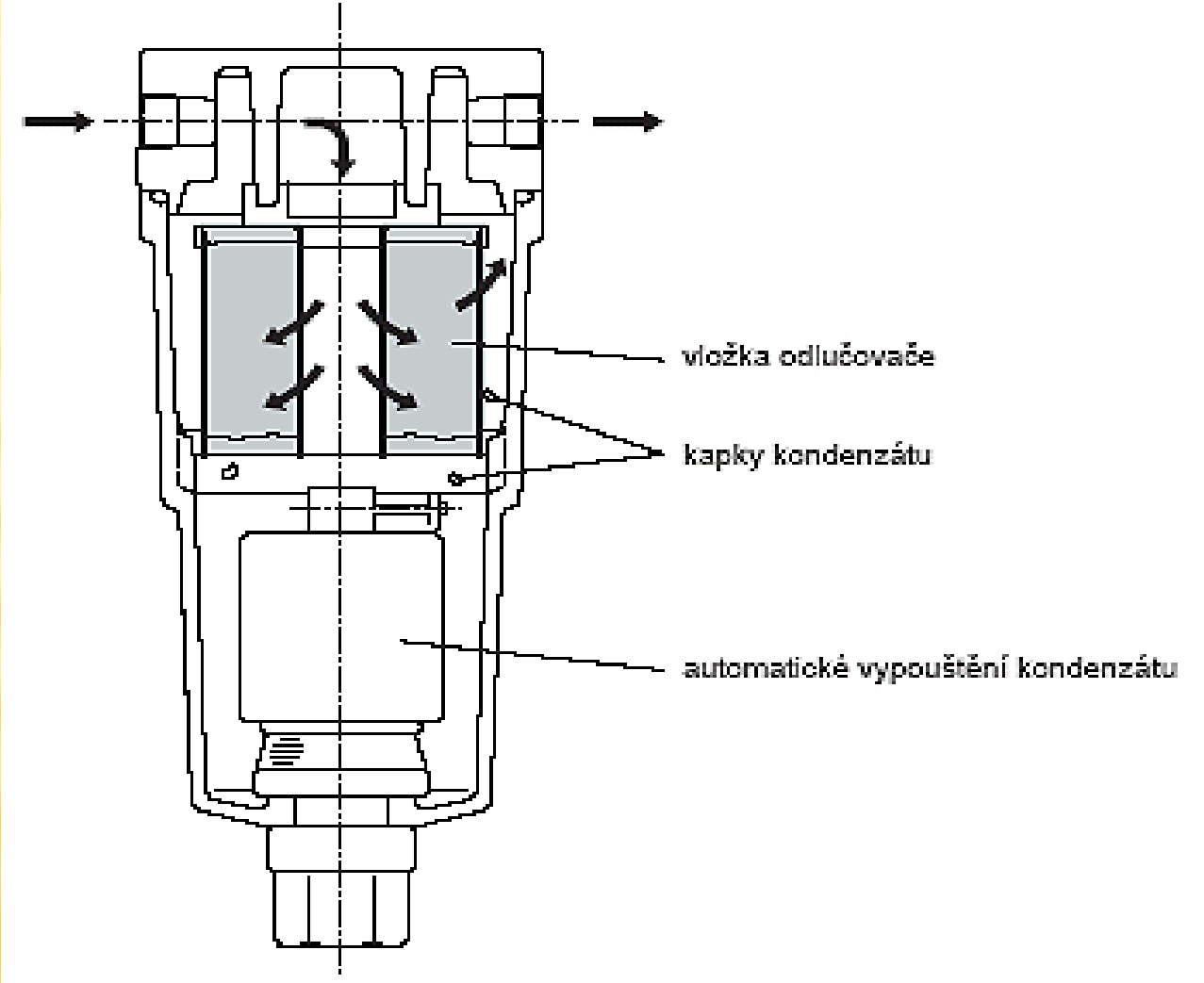
ÚPRAVA VZDUCHU

Většina pneumatických prvků také vyžaduje konstantní tlak stlačeného vzduchu, který kolísá vlivem regulace kompresoru. K eliminaci tohoto kolísání tlaku se používá regulátor tlaku. Také mazání stlačeného vzduchu je pro většinu přístrojů, především pro pneumatické nářadí, nezbytné. Mazání stlačeného vzduchu chrání před opotřebením, korozí a prodlužuje životnost pneumatických přístrojů.
K promazávání stlačeného vzduchu se používají maznice vzduchu, případně centrální maznice pro dlouhé potrubí.

Většina pneumatických prvků také vyžaduje konstantní tlak stlačeného vzduchu, který kolísá vlivem regulace kompresoru. K eliminaci tohoto kolísání tlaku se používá regulátor tlaku. Také mazání stlačeného vzduchu je pro většinu přístrojů, především pro pneumatické nářadí, nezbytné. Mazání stlačeného vzduchu chrání před opotřebením, korozí a prodlužuje životnost pneumatických přístrojů.
K promazávání stlačeného vzduchu se používají maznice vzduchu, případně centrální maznice pro dlouhé potrubí.

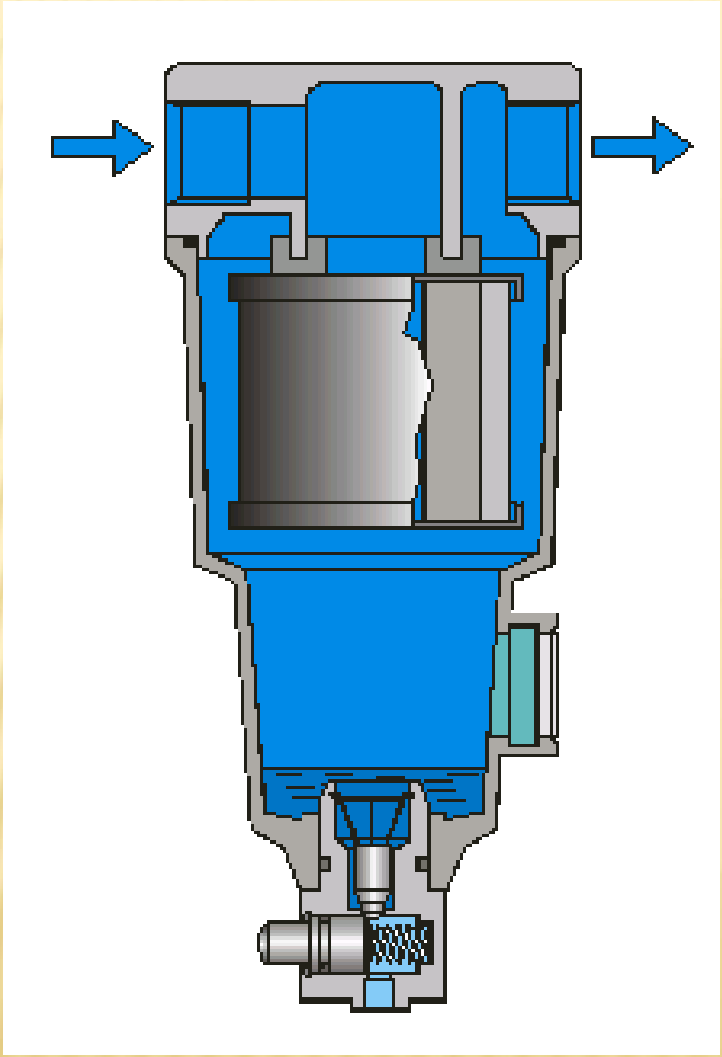
ODSTRANĚNÍ VLHKOSTI ZE VZDUCHU

- Odlučovač kondenzátu s automatickým odpouštěním



ODSTRANĚNÍ NEČISTOT ZE VZDUCHU

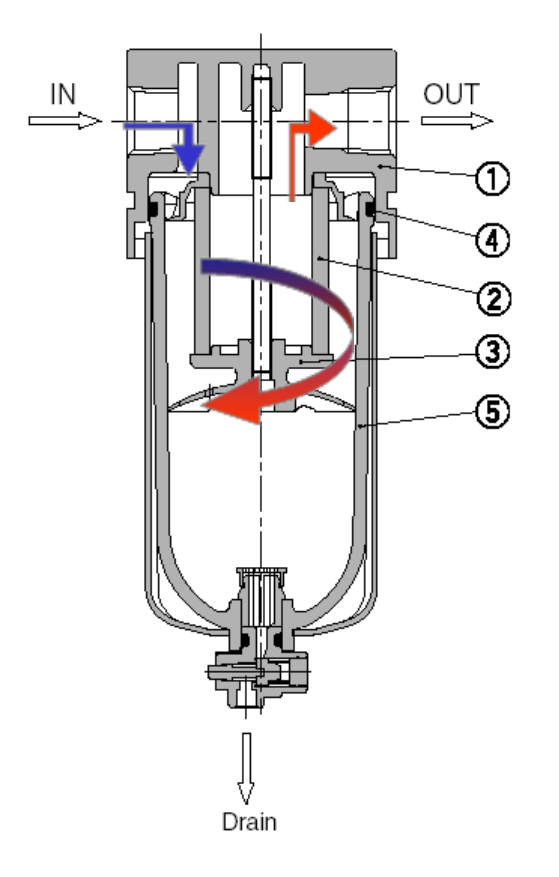
- **Filtr pro hlavní rozvod stlačeného vzduchu**



Schematická značka



ÚPRAVA VZDUCHU NA STROJI

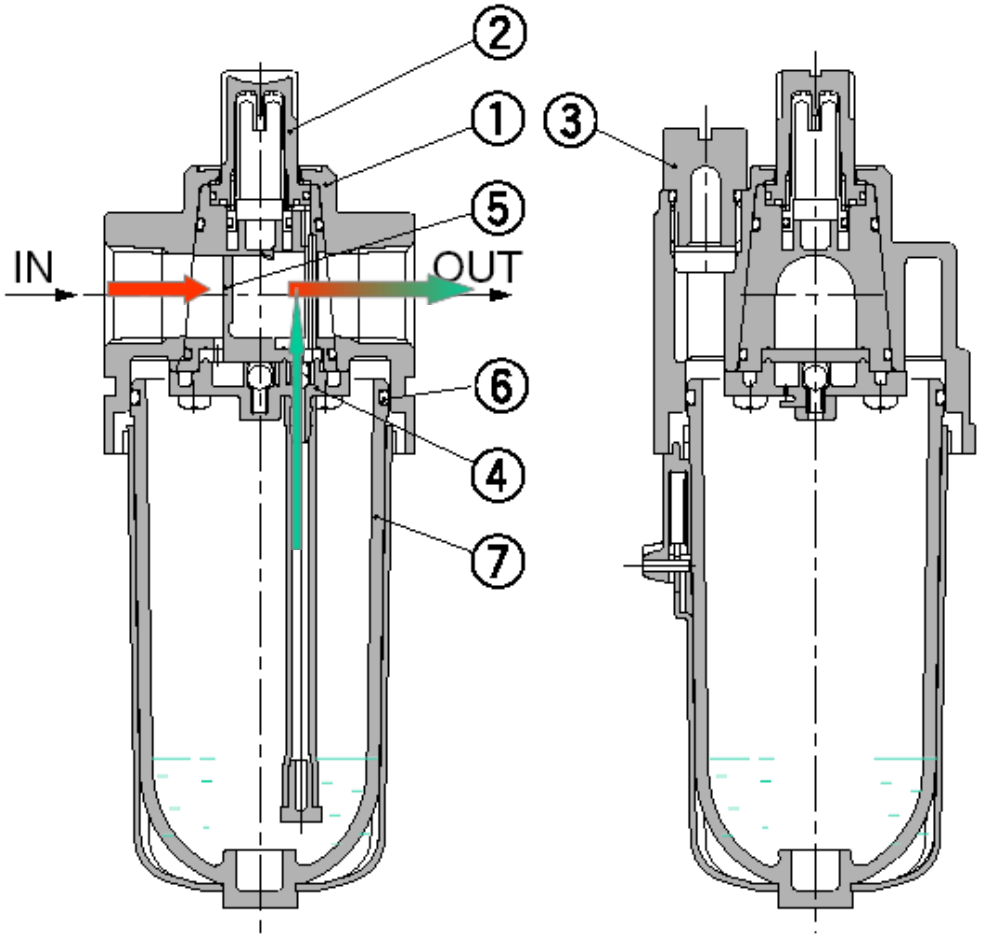


- standardně filtrace 5 μm
- odpouštění kondenzátu:
  - manuální
  - automatické
- odstranění pevných nečistot a vody ze vzduchu

1. Těleso nádoby
2. Filtrační vložka
3. Zarážka
4. Těsnění
5. Skleněná nádoba
6. Vypouštěcí ventil kondenzátu

ROZPRAŠOVAČ OLEJE

Pracuje na principu venturiho trubice



Prouděním stlačeného vzduchu kolem trysky v trysce vzniká podtlak , který vysává drobné kapičky oleje z nádržky a tím se mísí s stlačeným vzduchem

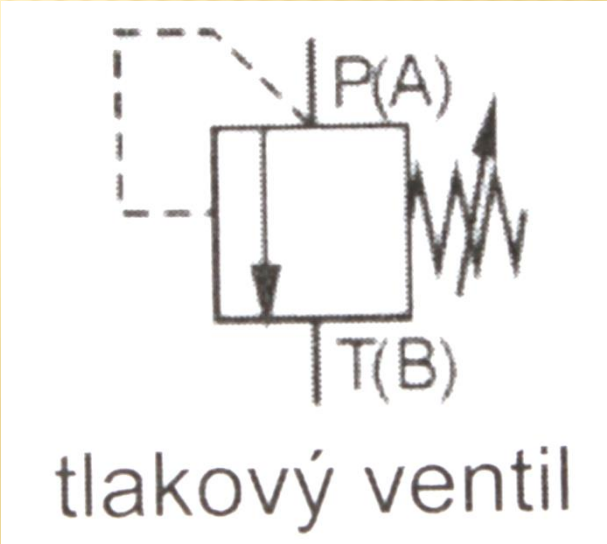


TLAKOVÝ A REGULAČNÍ VENTIL

- Tlakové regulační ventily mají za úkol kolísání tlaků dané regulací kompresorů v síti co nejvíce vyrovnat a tím zajistit co možná konstantní tlak. Měl by být také překážkou tomu, aby kolísání tlaku způsobené mimo jiné nerovnoměrnými silami ve válcích a měnící se kroutícím momentem, se dostalo až ke spotřebiči.

TLAKOVÝ VENTIL

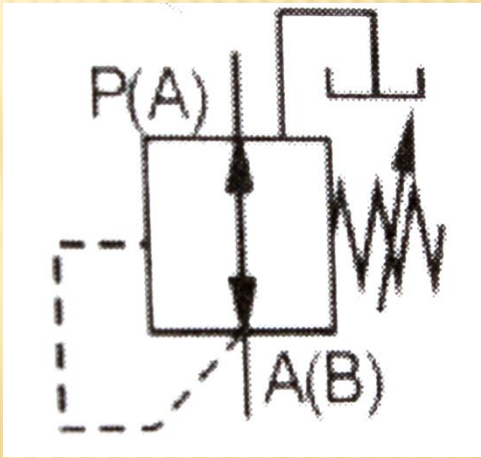
- Tlakový ventil je v základní poloze zavřený a otevírá se vstupním tlakem. Tento tlak působí na plochu kuželky nebo šoupátka proti pružině. Jestliže vstupní tlak překoná sílu pružiny, ventil se otevře. Tímto způsobem je možné nastavit mezní tlak na požadovanou hodnotu.



tlakový ventil

REDUKČNÍ VENTIL

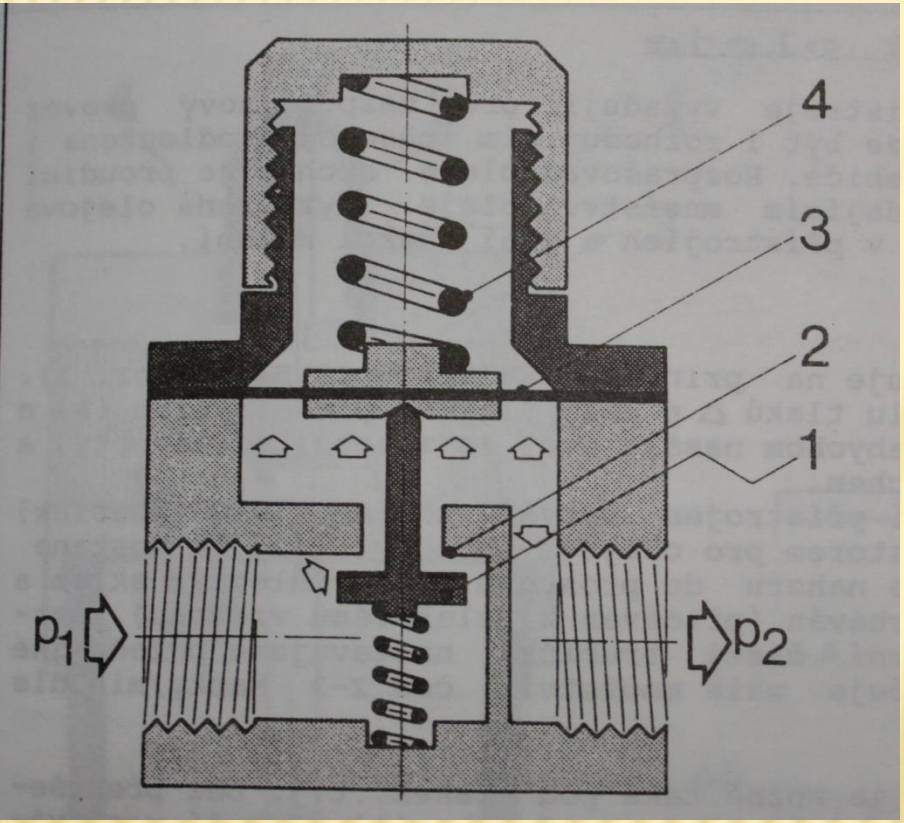
- Redukční ventil, regulátor tlaku, je v základní poloze otevřený a zavírá se tlakem na vstupu.Tento tlak působí na plochu kuželky nebo šoupátka proti předepnuté pružině. Když se výstupní tlak blíží nastavené hodnotě, ventil se začíná zavírat.



Třícestný redukční ventil

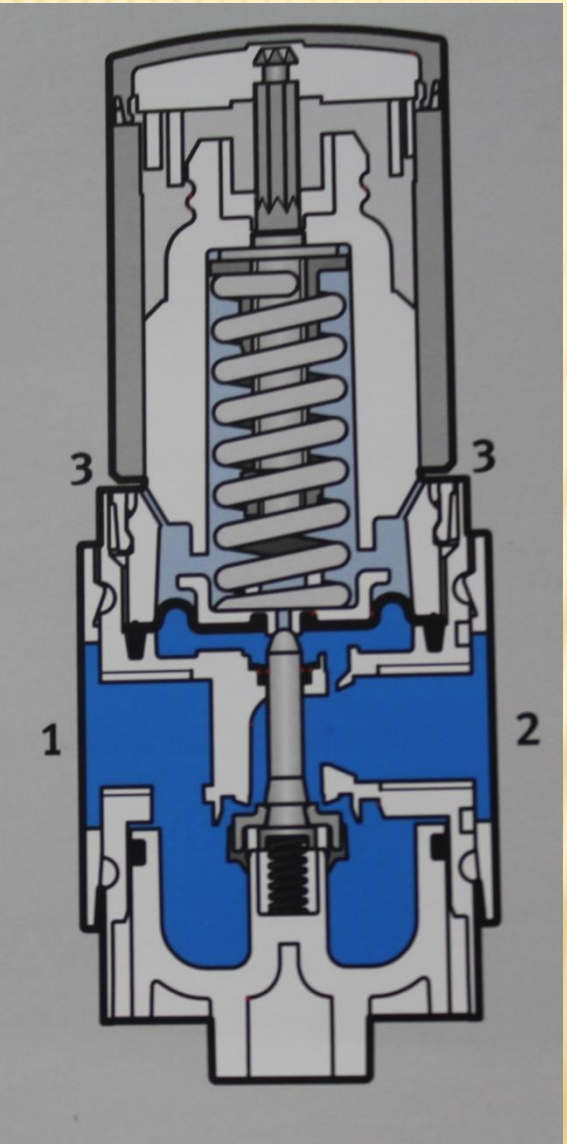
Když výstupní tlak dosáhne požadovanou hodnotu, ventil se uzavře. Na vstupu redukčního ventilu se nastaví maximální systémový tlak a na výstupu se nastaví redukovaný tlak. Když výstupní tlak poklesne, ventil se znovu otevře.

REGULÁTOR TLAKU , PRINCIP

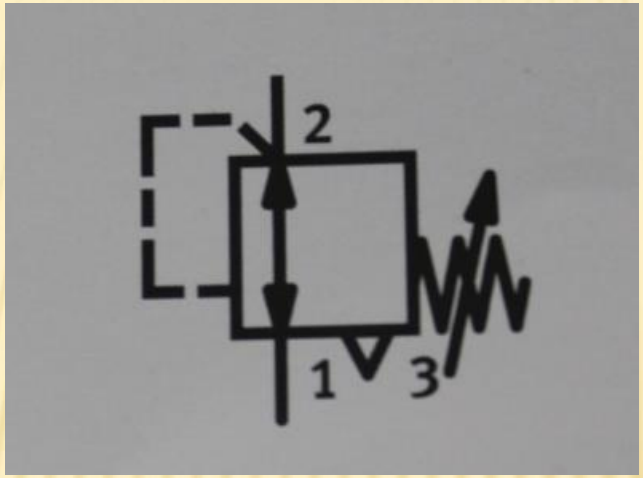


Kužel ventilu 1. je tlačen silou pružiny proti ventilovému sedlu 2. a přerušuje spojení mezi vstupní a výstupní stranou. Tlak p2 ve výstupní části tlačí na menbránu 3., která je ovládaná regulační pružinou 4.

MEMBRÁNOVÝ REGULÁTOR TLAKU



Řez reálným membránovým regulátorem

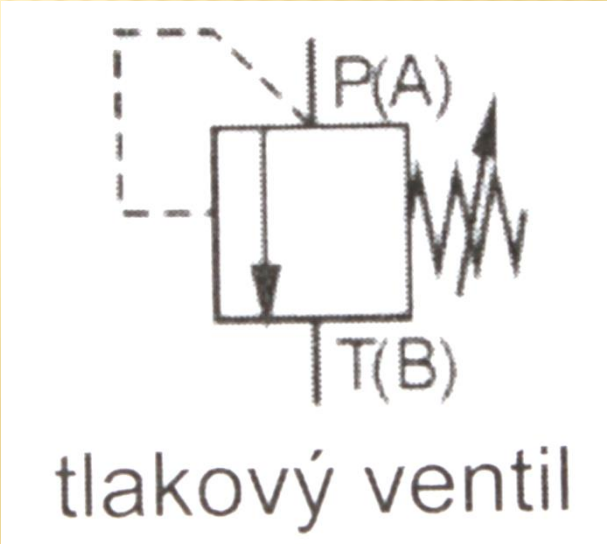


Schematická značka regulátoru tlaku

1. Vstupní tlak
2. regulovaný výstupní tlak
3. odvod vzduchu nad membránou regulátoru

TLAKOVÝ VENTIL

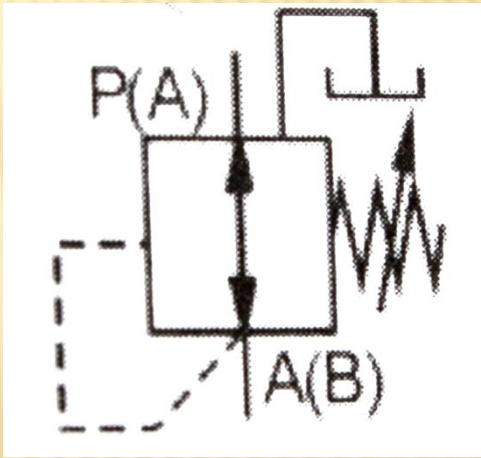
- Tlakový ventil je v základní poloze zavřený a otevírá se vstupním tlakem. Tento tlak působí na plochu kuželky nebo šoupátka proti pružině. Jestliže vstupní tlak překoná sílu pružiny, ventil se otevře. Tímto způsobem je možné nastavit mezní tlak na požadovanou hodnotu.



tlakový ventil

REDUKČNÍ VENTIL

- Redukční ventil, regulátor tlaku, je v základní poloze otevřený a zavírá se tlakem na vstupu.Tento tlak působí na plochu kuželky nebo šoupátka proti předepnuté pružině. Když se výstupní tlak blíží nastavené hodnotě, ventil se začíná zavírat

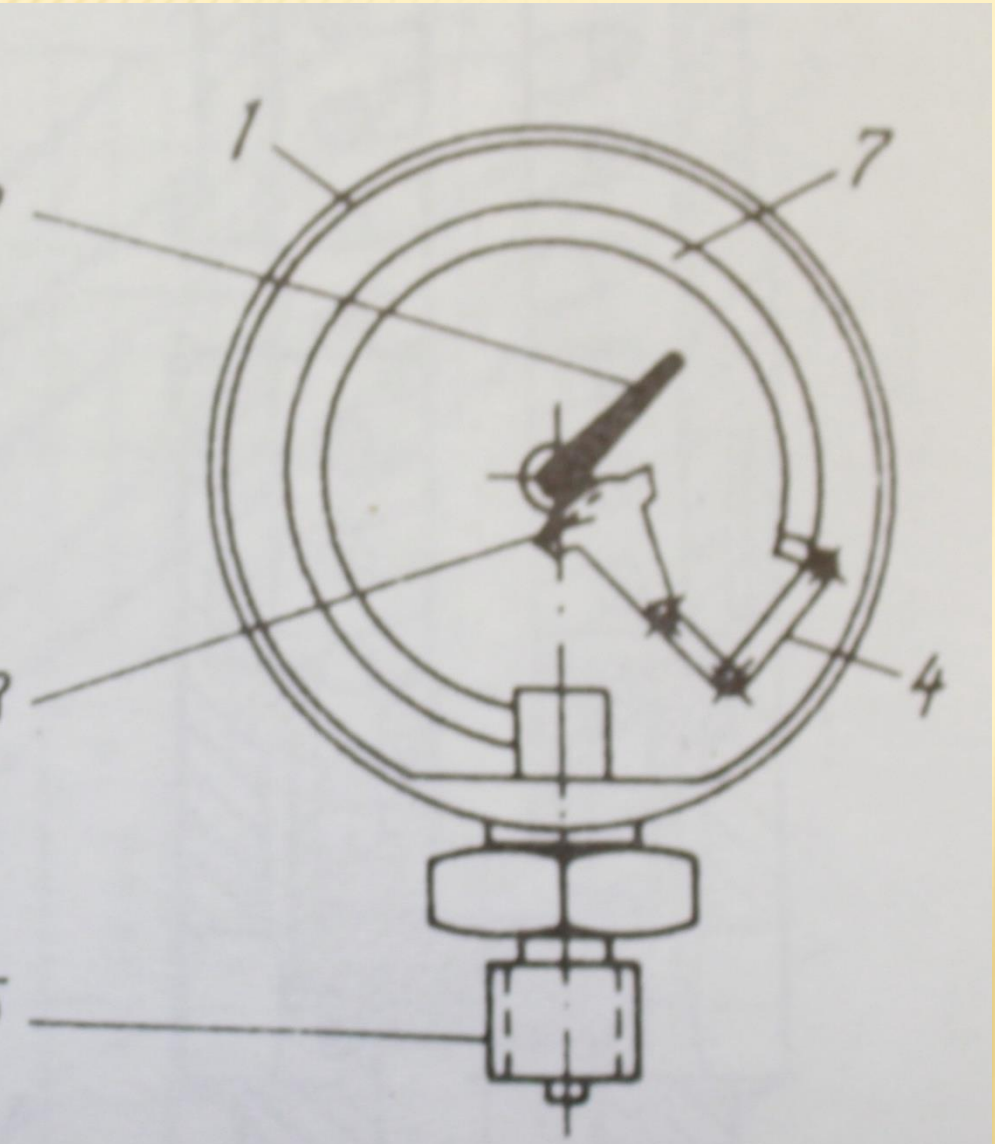


- Když výstupní tlak dosáhne požadovanou hodnotu, ventil se uzavře. Na vstupu redukčního ventilu se nastaví maximální systémový tlak a na výstupu se nastaví redukovaný tlak. Když výstupní tlak poklesne, ventil se znovu otevře.

VSTUPNÍ JEDNOTKA VZDUCHU



MANOMETR S PRUŽNOU TRUBKOU

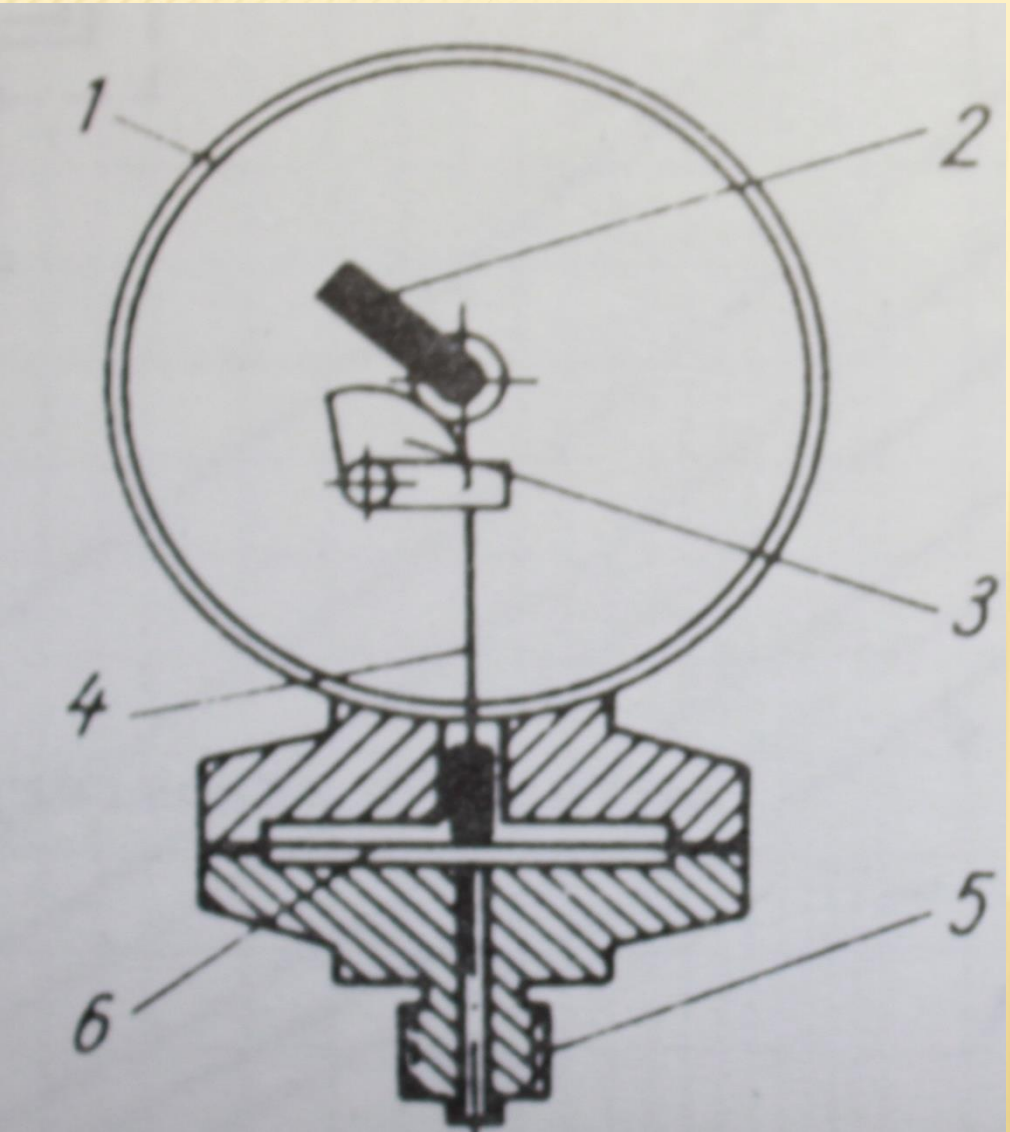


1. Obal manometru
2. Ručička
3. Ozubený segment
4. Pákový převod
5. Připojovací závit
7. Pružná trubka

Schematická značka

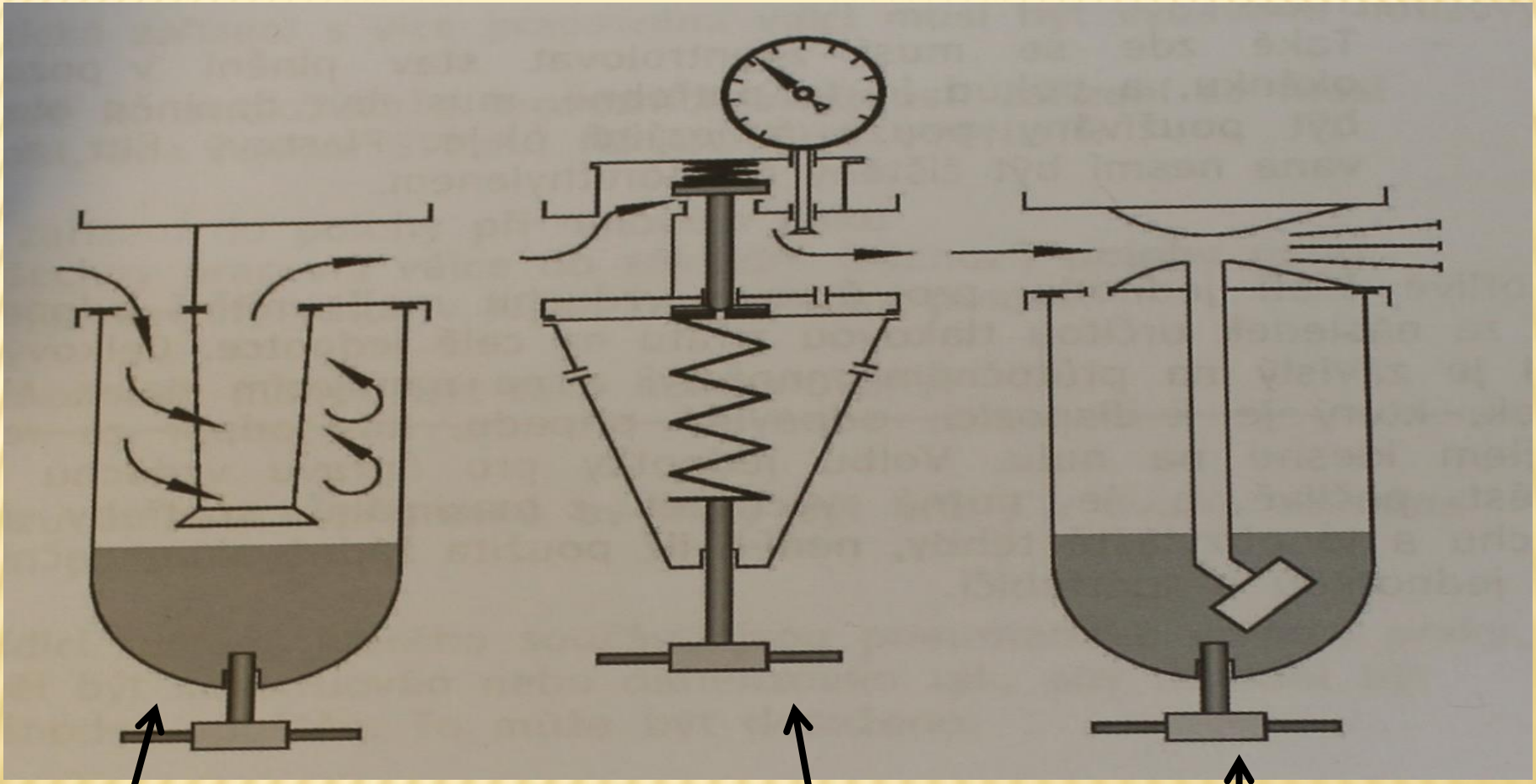


MANOMETR S MENBRÁNOU



1.Obal manometru
2. Ručička
3. Ozubený segment
4. Pákový převod
5. Připojovací závit
6. Menbrána

JEDNOTKA PRO ÚPRAVU STLAČENÉHO VZDUCHU

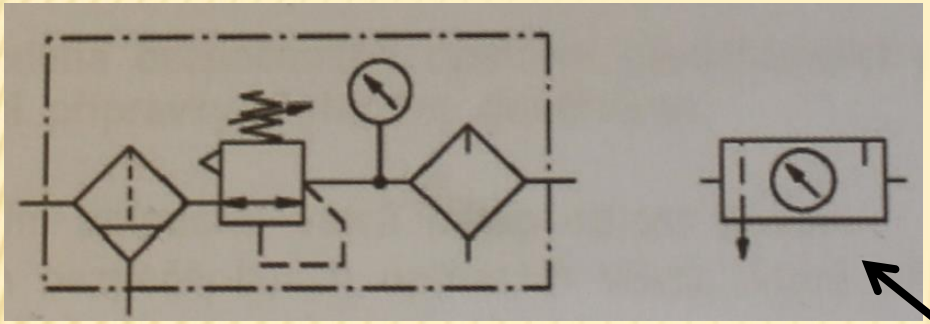


Odlučovač vody

Regulátor tlaku
s manometrem

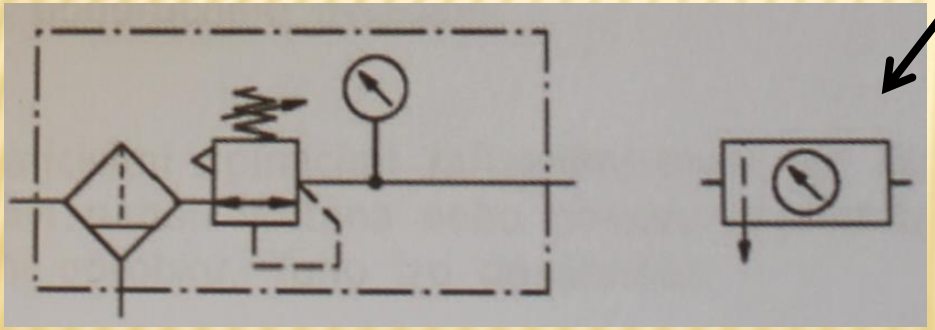
Maznice

SCHEMATICKÁ ZNAČKA JEDNOTKY PRO ÚPRAVU VZDUCHU



S filtrem vzduchu, s odlučovačem, regulátorem tlaku a maznicí oleje

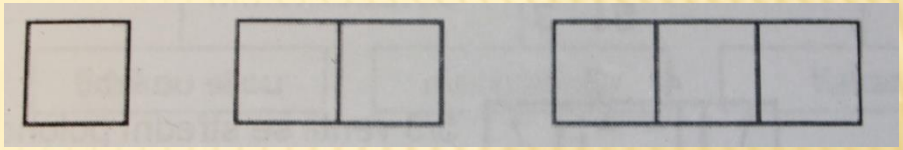
Zjednodušené schéma



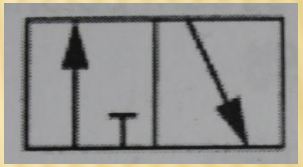
S filtrem vzduchu, s odlučovačem a regulátorem tlaku

VENTILY - ZNAČENÍ

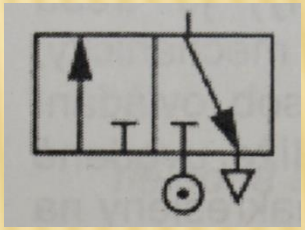
• Základní značkou ventilu pro řízení směru proudu vzduchu je čtverec. Počet poloh ventilu je dán počtem čtverců



• Šipky uvnitř čtverců naznačují směr proudění vzduchu. Značka „T“ ve čtverci znamená uzavření příslušného kanálu



• Přívod a výstup vzduchu z ventilu se kreslí k tomu čtverci, kdy je ventil v klidové poloze. Tlak vzduchu je označen kolečkem s tečkou, výfuk trojúhelníkem

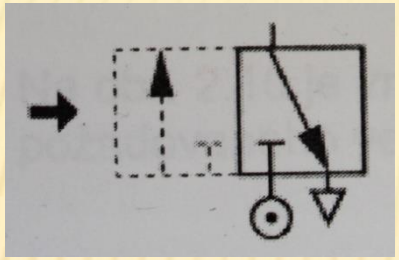


• Přívod vzduchu do ventilu a výfuk se kreslí vždy na spodní straně čtverce, výstupy k pneumotorům se kreslí na horní straně.

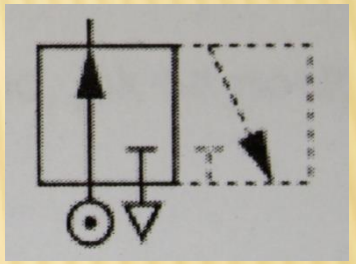
VENTILY - FUNKCE

• Akční síla působí z boku značky ventilu, působí z obou stran a ventil se přestaví do toho stavu, na které straně působí akční síla

Základní poloha



Přestavená, akční poloha



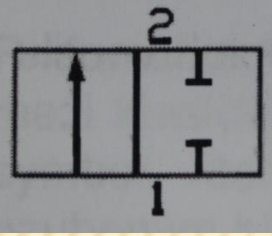
Akční síla může být způsobena různými vlivy:

- mechanicky
- ručně
- elektromagneticky
- pneumaticky
- pružinou

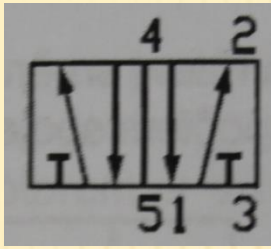
Akční síla může být:

- přímá
- nepřímá, vlastní přestavení ventilu je provedeno stlačeným vzduchem nikoli například elektromagneticky

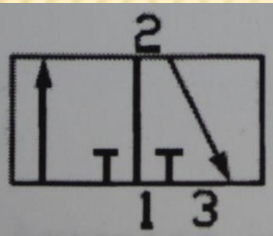
SCHEMATICKÉ ZNAČKY VENTILŮ



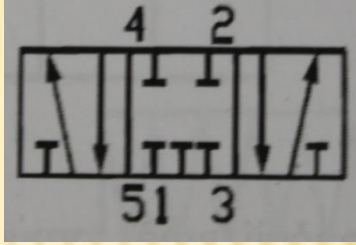
2/2 vstup/výstup bez odvzdušnění



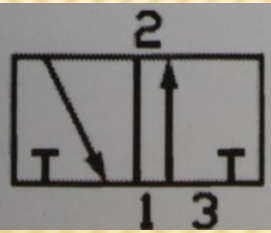
5/2 ventil, přestavuje výstupy „2“ a „4“ se samostatným odvzdušněním



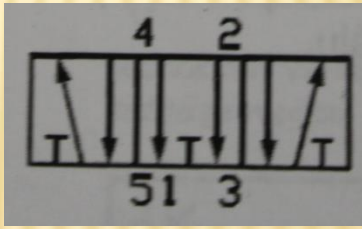
3/2 ventil v neaktivované poloze uzavřený (N.C.)



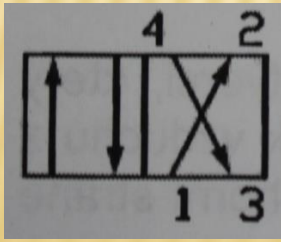
5/3 ventil se střední polohou uzavřenou



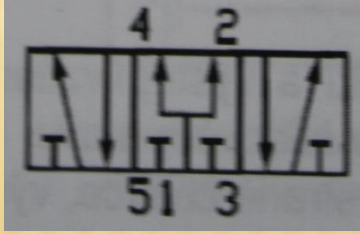
3/2 ventil v neaktivované poloze otevřený (N.O.)



5/3 ventil se střední polohou odvzdušněnou



4/2 ventil, přestavuje výstupy „2“ a „4“ se společným odvzdušněním



5/3 ventil se střední polohou zavzdušněnou

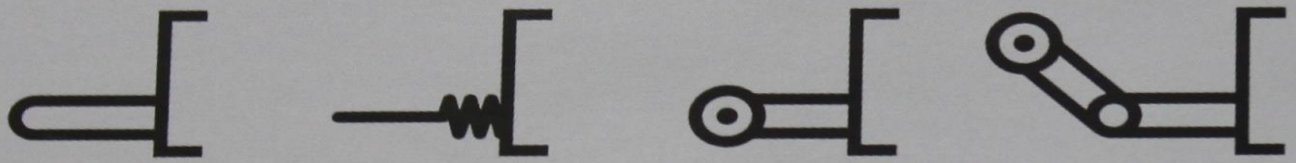
ZNAČKY PRO ZPŮSOB OVLÁDÁNÍ VENTILŮ

Ruční ovládání



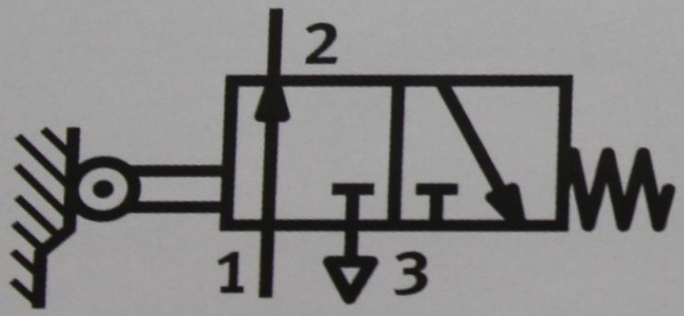
stiskem | tahem | otáče-ním | páčkou | pedá-lem | kyvným ovladačem

Mechanické ovládání

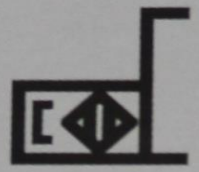


narážkou | pružným čidlem | kladkou | lámací pákou s kladkou, ovládání pouze v jednom směru

ZNAČKY PRO ZPŮSOB OVLÁDÁNÍ VENTILŮ



aktivováno v počáteční



magnetické pole

Pneumatické ovládání



pneumatické ovládání



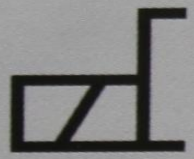
pneumatické ovládaní, s dominantním signálem



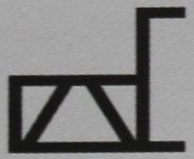
návrat do základní polohy pneumatickou pružinou

ZNAČKY PRO ZPŮSOB OVLÁDÁNÍ VENTILŮ

Elektrické ovládání



elektromagnetickou cívkou s jedním aktivním vinutím

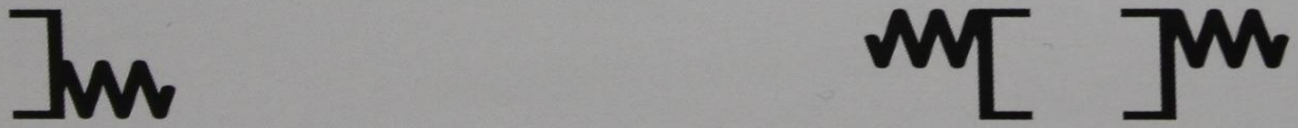


elektromagnetickou cívkou s dvěma protisměrnými vinutími

Mechanické součásti



aretace

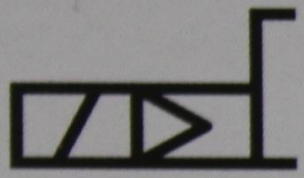


návrat do základní polohy pružinou

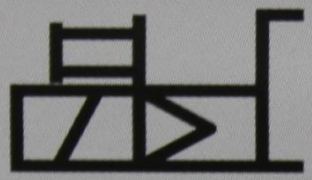
návrat do střední polohy pružinou

ZNAČKY PRO ZPŮSOB OVLÁDÁNÍ VENTILŮ

Kombinované ovládání



elektromagnetickou cívkou a předřadným řídicím ventilem – nepřímé řízení



elektromagnetickou cívkou nebo pomocným ručním ovládáním a předřadným řídicím ventilem – nepřímé řízení



elektromagnetickou cívkou nebo pomocným ručním ovládáním – přímé řízení

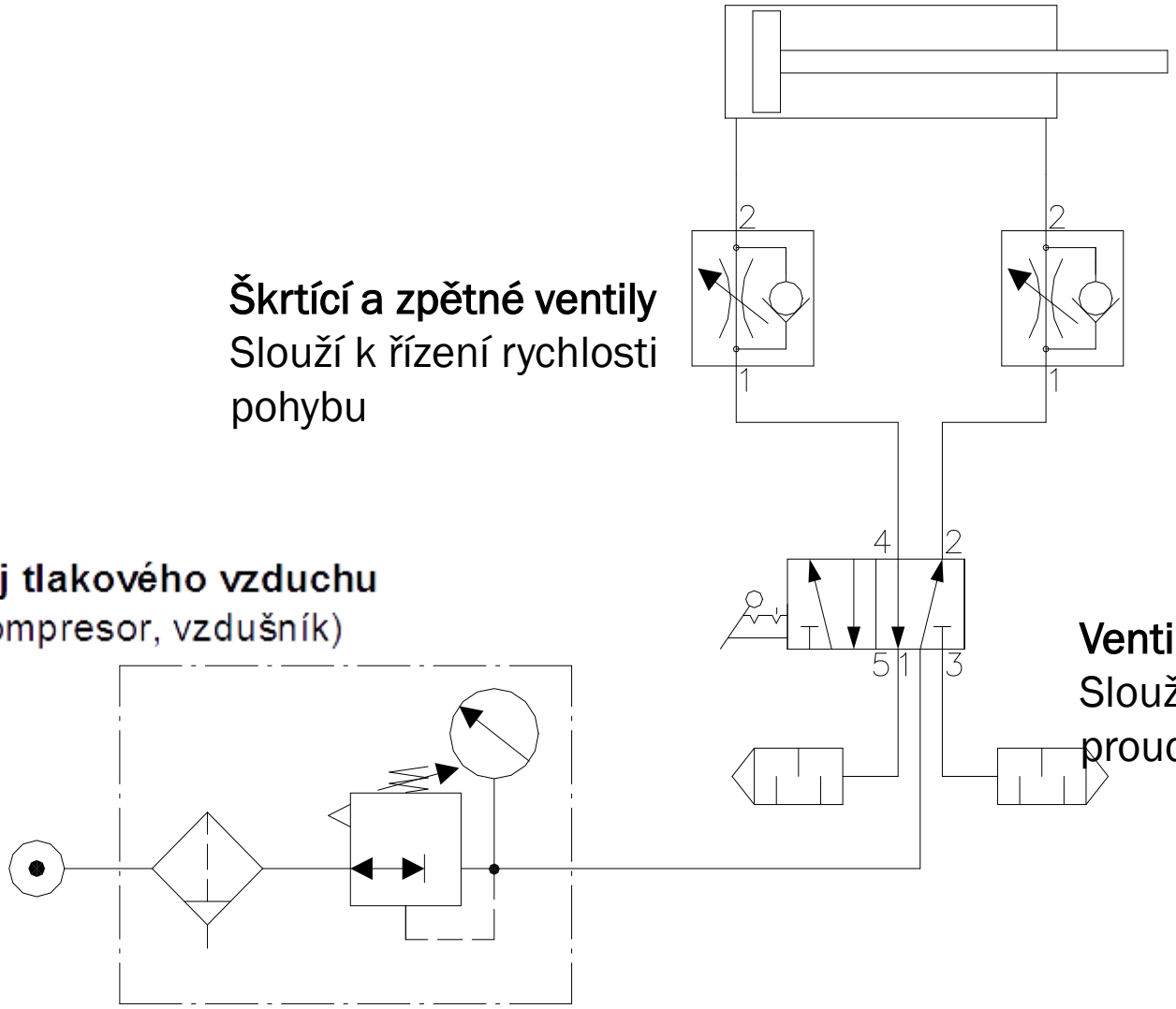


elektromagnetickou cívkou nebo pomocným ručním ovládáním s aretací – přímé

VENTILY- OZNAČENÍ VSTUPŮ A VÝSTUPŮ

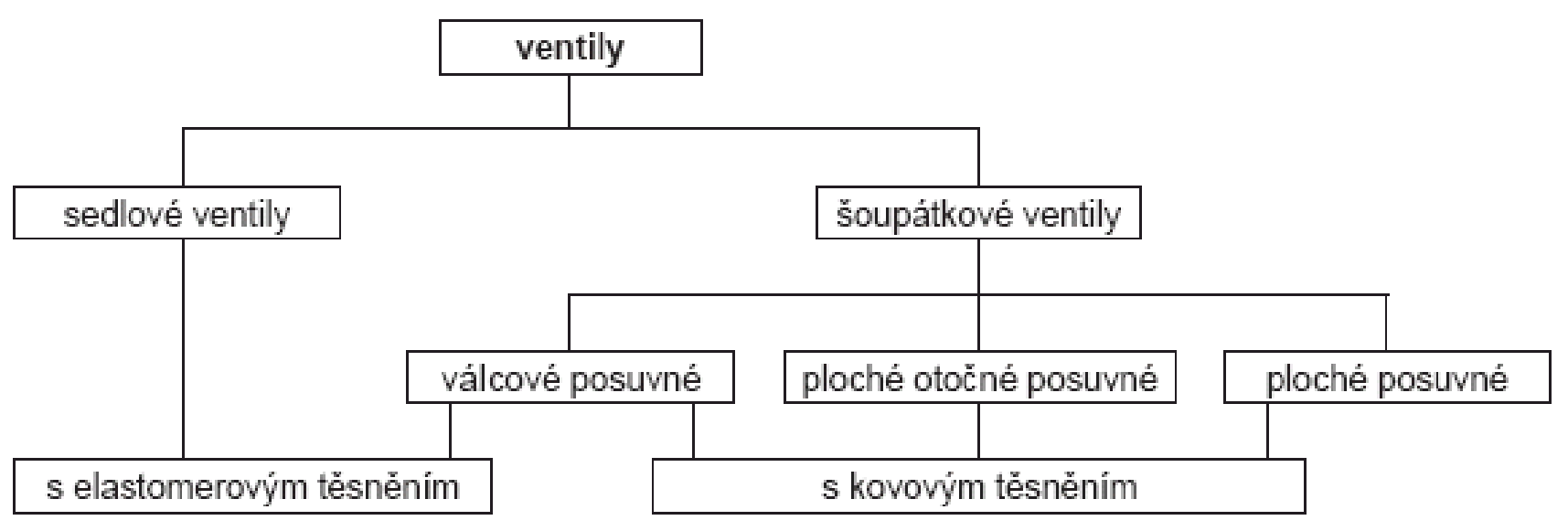
DIN ISO 5599-3	Označení písmenem	Vstup nebo připojení
1	P	Přívod stlačeného vzduchu (napájení)
2, 4, (6)	A, B, (C)	Pracovní výstupy
3, 5, (7)	R, S, (T)	Odvětrávací výstupy (odfuky)
10	Z	Řídící vstup, přerušující svým působením průtok ze vstupu 1 na výstup 2
12	Y, Z	Řídící vstup, propojující svým působením vstup 1 s výstupem 2
14	Z, (X)	Řídící vstup, propojující svým působením vstup 1 s výstupem 4
81, 91	Pz	Pomocný řídicí vstup

PNEUMATICKÝ OBVOD



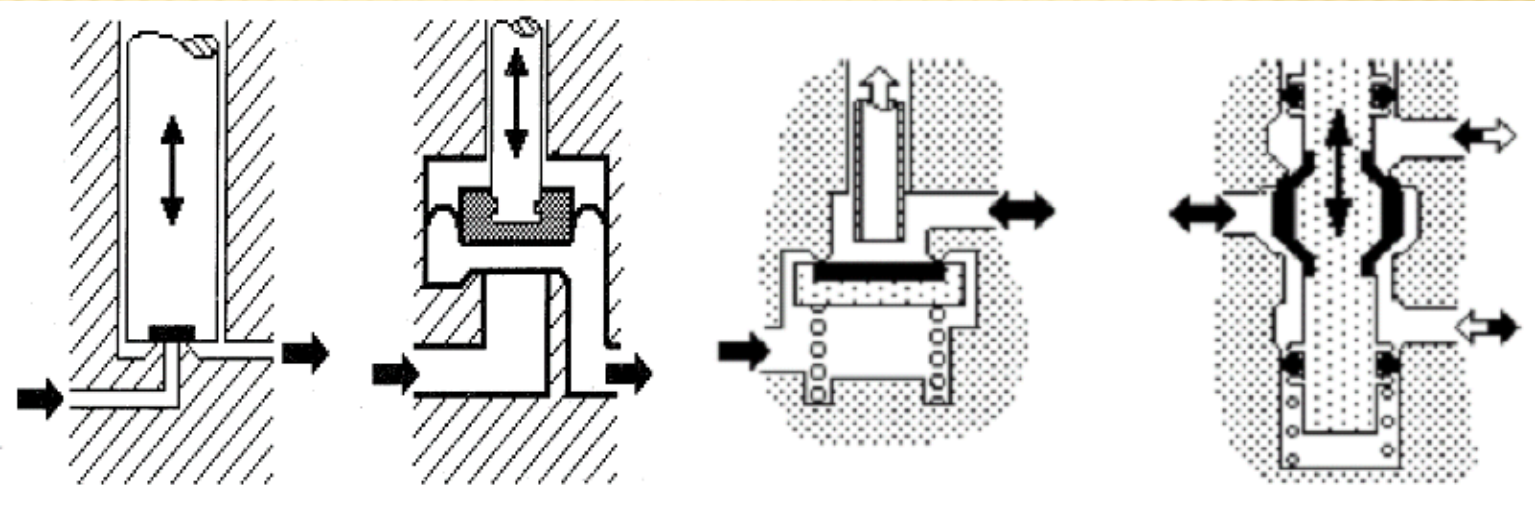
VENTILY

Rozdělení ventilů dle konstrukce



VENTILY

Sedlové



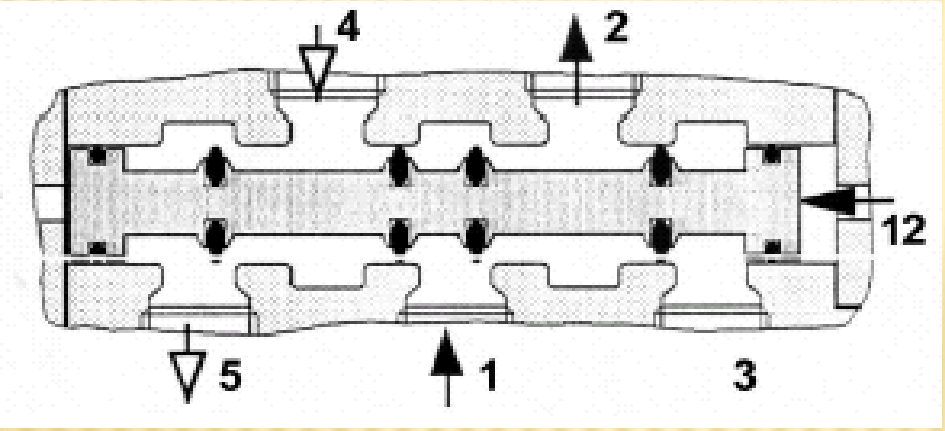
- 2/2 a 3/2 ventily
- Píst je obvykle tlačen pružinou
- Pryžová těsnění

VENTILY

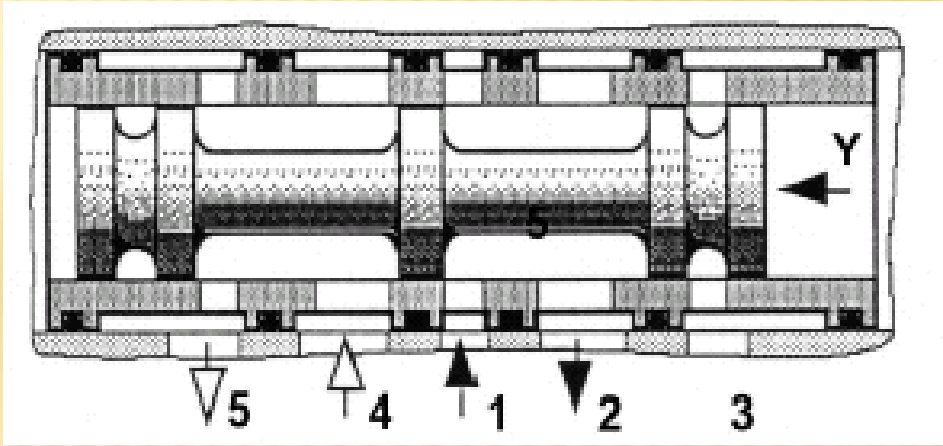
Šoupátkové

- Pěticestné ventily
- Šoupátkové ventily využívají speciálně tvarovaný váleče nebo šoupátko s pryžovým těsněním, které se axiálně pohybuje uvnitř těla ventilu
- Směr průtoku vzduchu je kolmo k ose šoupátka

S elatomerovým těsněním

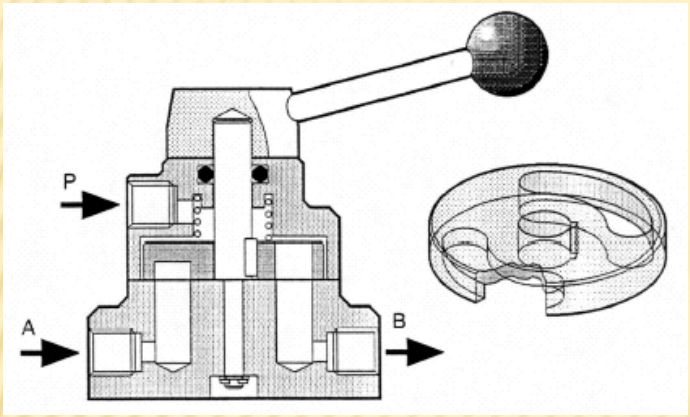


S kovovým těsněním šoupátka



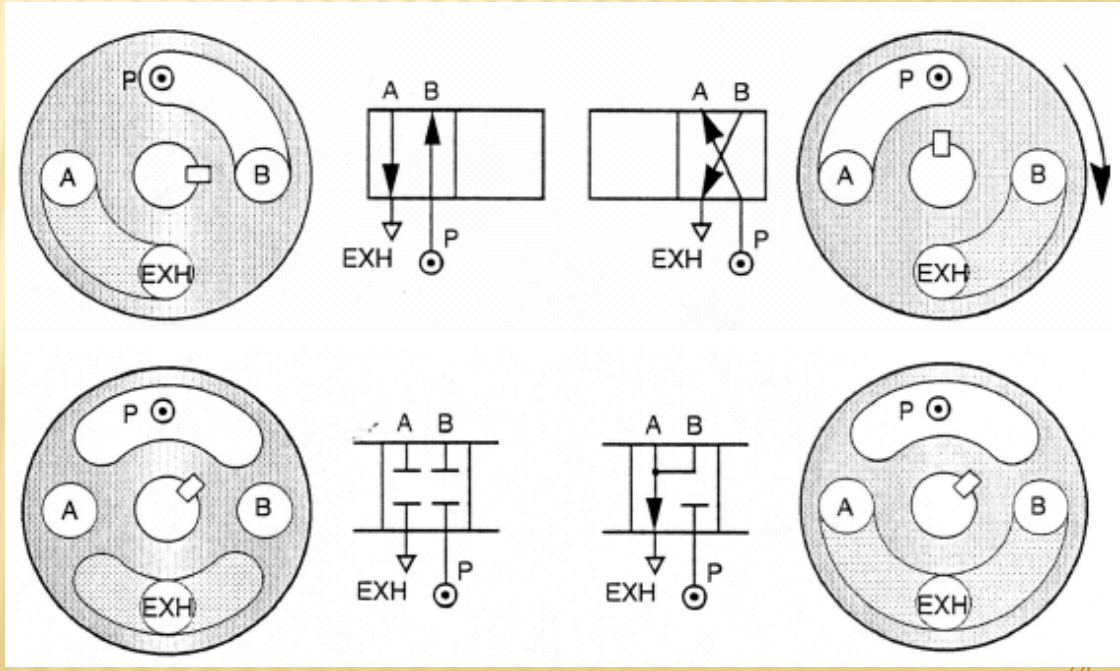
VENTILY

Šoupátkové



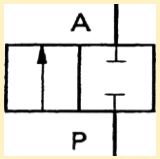
S plochým otočným šoupátkem



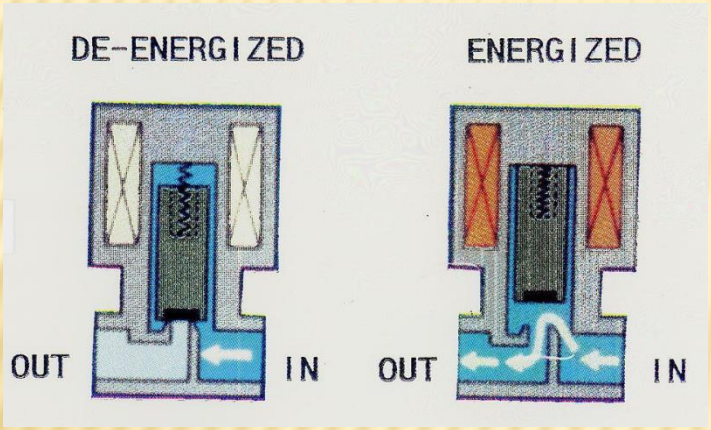


VENTILY

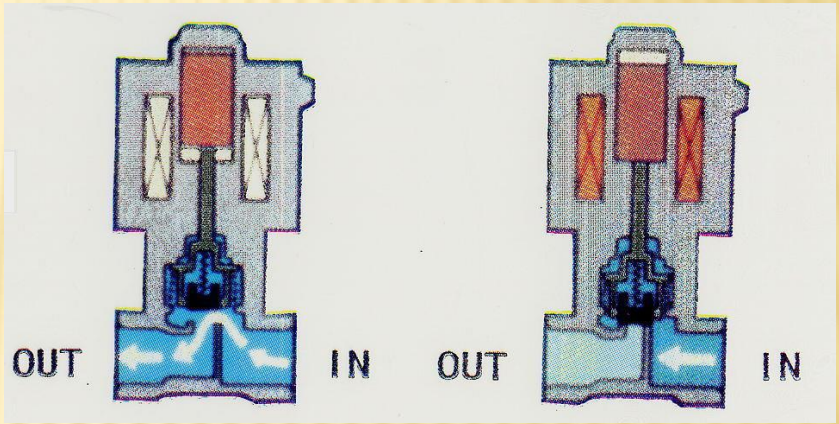
2/2 ventily



- Normálně uzavřené
- Normally closed N.C.



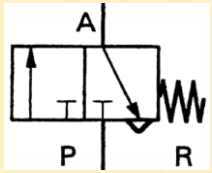
- Normálně otevřené
- Normally open N.O.



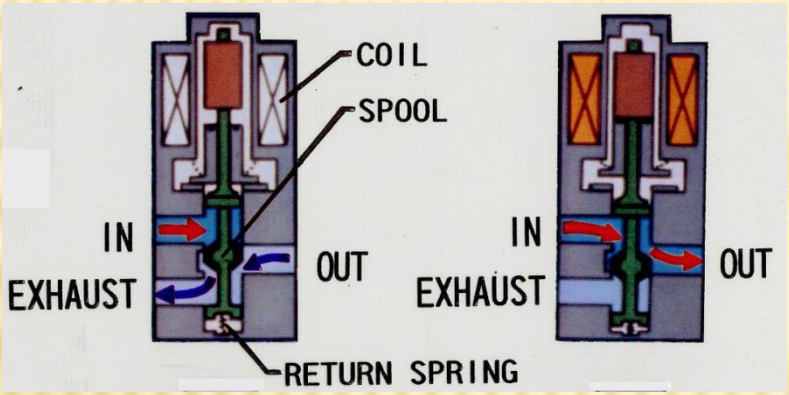
Použití: vypnutí a zapnutí přívodu vzduchu

VENTILY

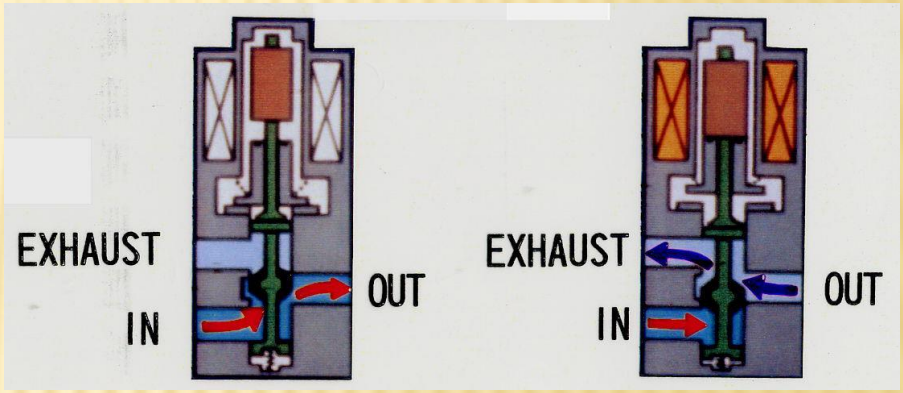
3/2 ventily



- Normálně uzavřené
- Normally closed N.C.



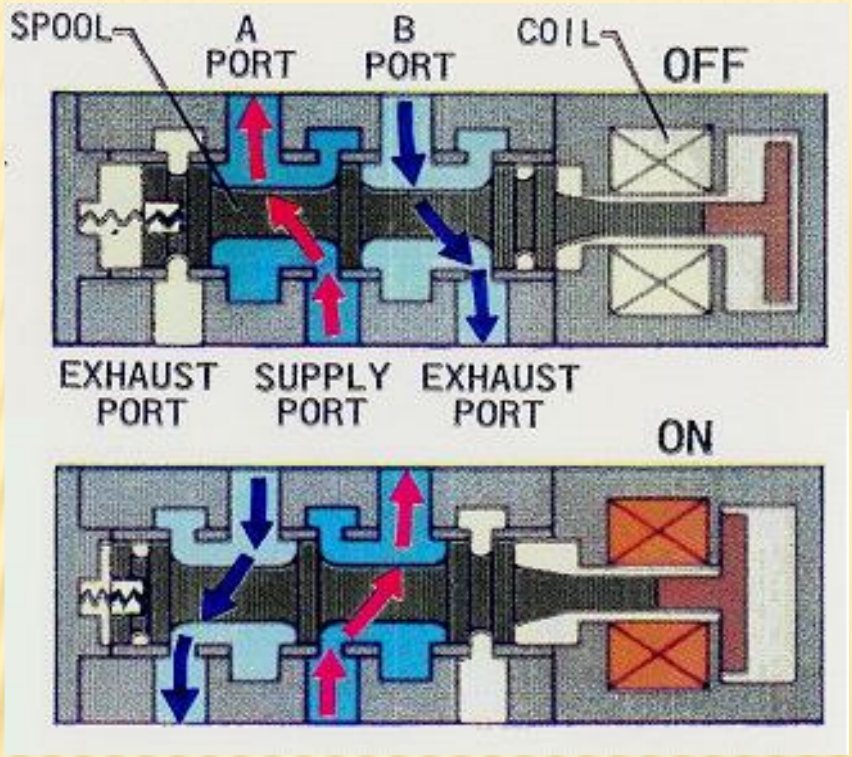
- Normálně otevřené
- Normally open N.O.

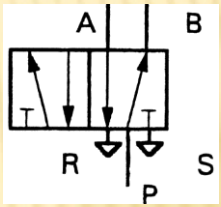


Použití: Ovládání jednočinných pneumatických motorů, vzduchem ovládaných ventilů, odvzdušnění systému

VENTILY

- 5/2 ventily – monostabilní singl solenoid

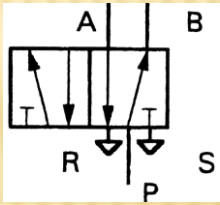


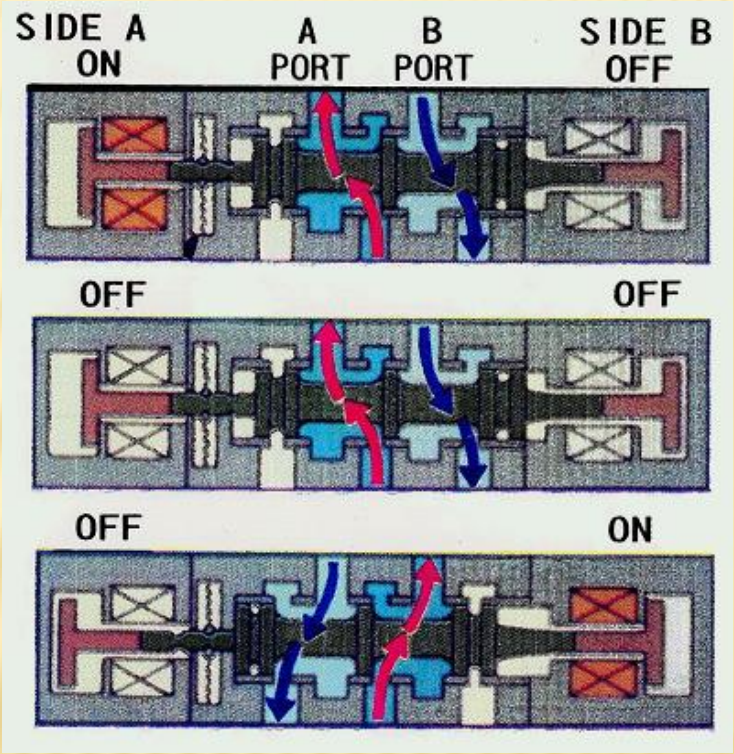


Použití: Ovládání dvojčinných pneumotorů

VENTILY

- 5/2 ventily bistabilní – double solenoid

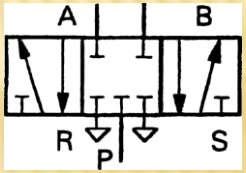


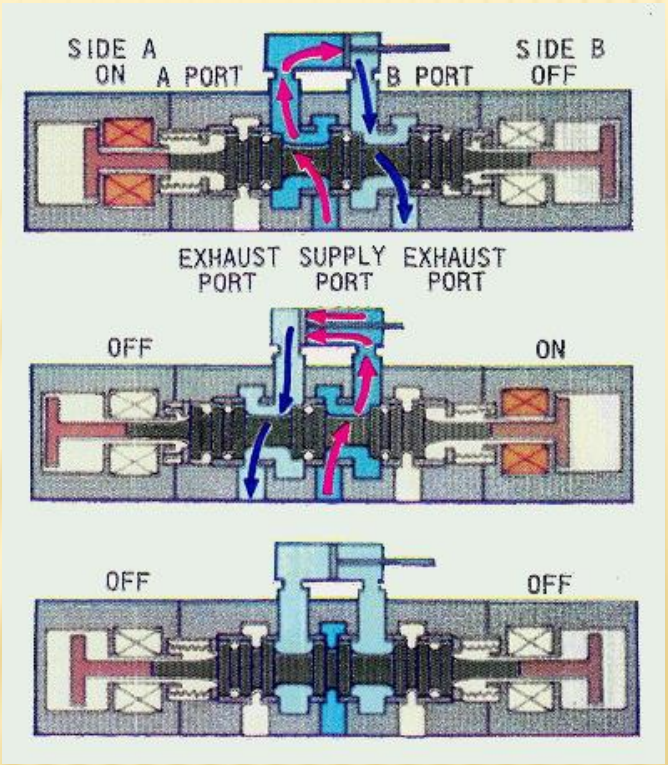


Použití: ovládání dvojčinných válců, úspora energie

VENTILY

- 5/3 ventily – střední poloha uzavřená

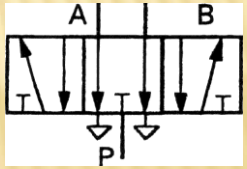


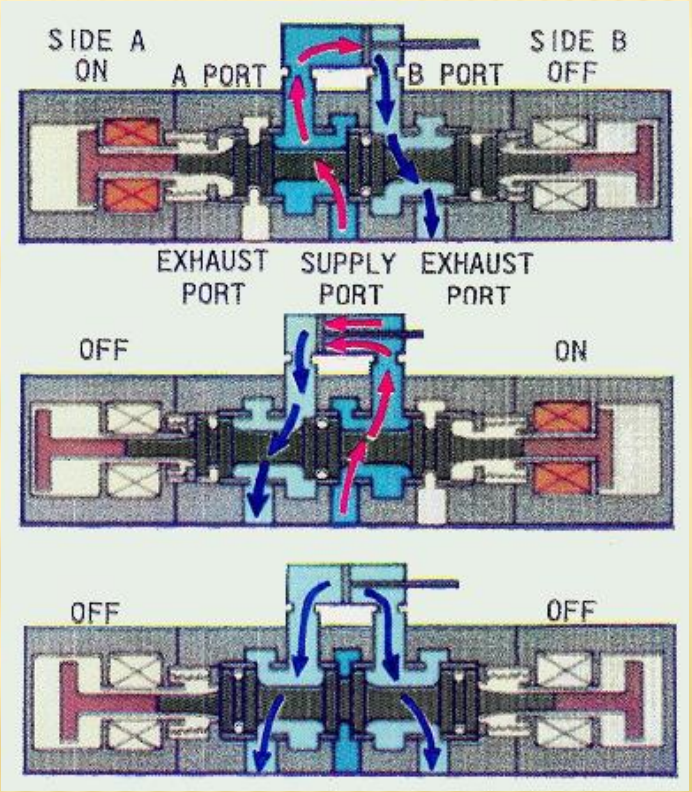


Použití: ovládání dvojčinných válců, funkce STOP, restart bez rázů

VENTILY

- 5/3 ventily – střední poloha otevřená

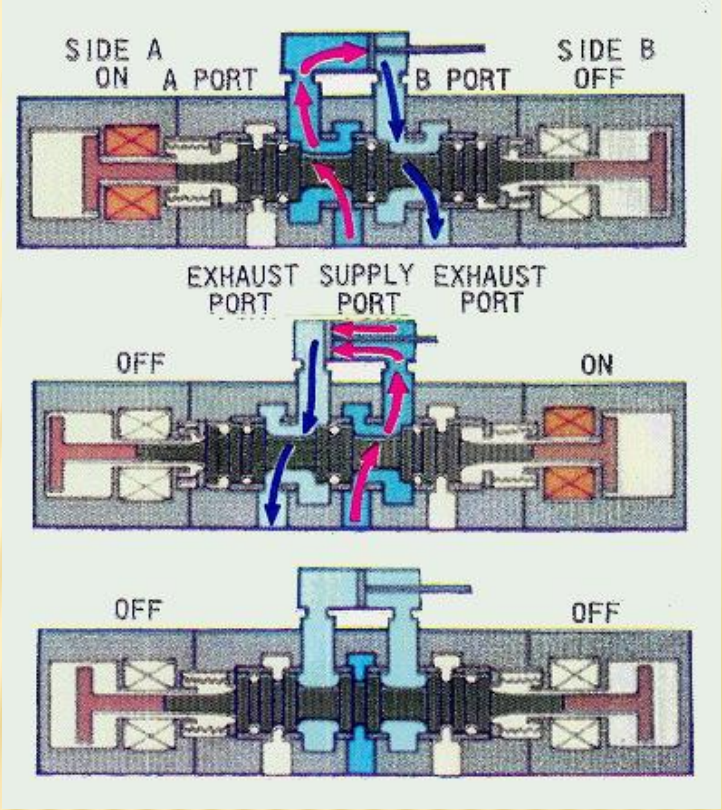


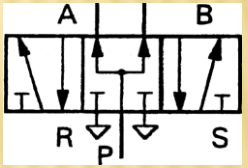


Použití: ovládání dvojčinných válců, funkce ručního posunu, restart vysokou rychlostí

VENTILY

- 5/3 ventily – střední poloha zavzdušněná



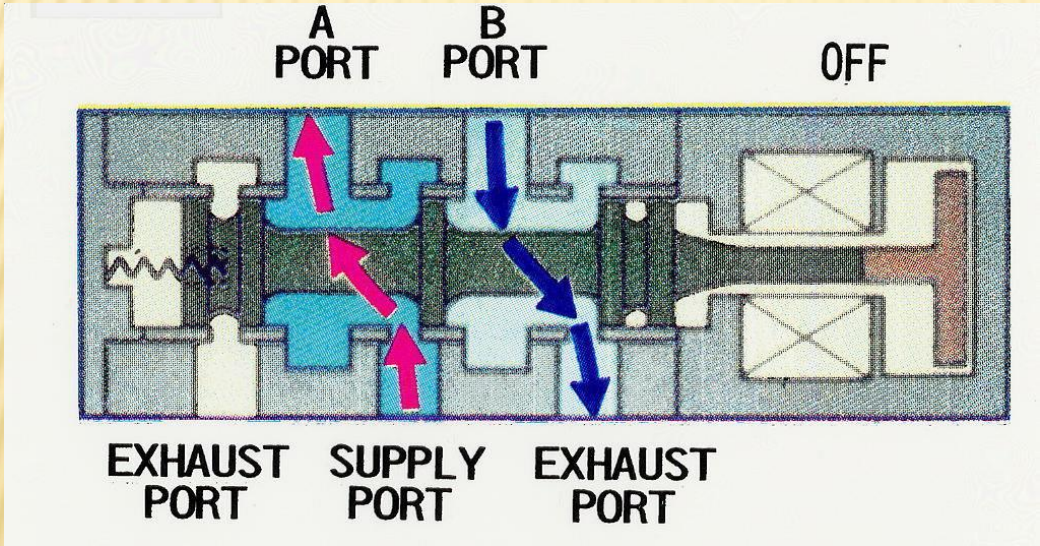


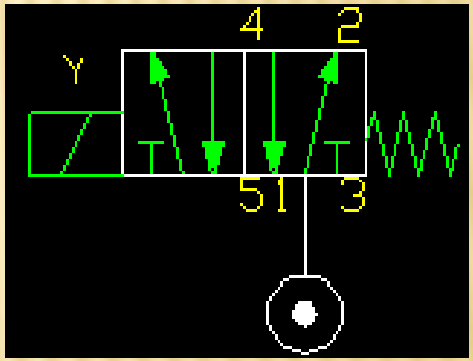
Použití: Ovládání dvojčinných válců, zastavení válce s průchozí pístnicí, restart nízkou rychlostí

VENTILY

Ventily se šoupátkem přímo ovládaným

• Šoupátko nebo sedlo je pevně spojeno s jádrem cívky
• Přívodem elektrického napájení dojde k přepnutí ventilu i bez přítomnosti stlačeného vzduchu
• Je možné je použít na nízký tlak a vakuum



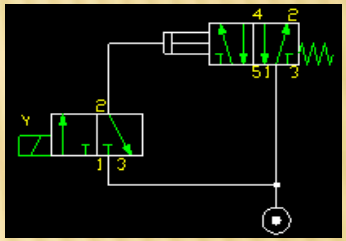


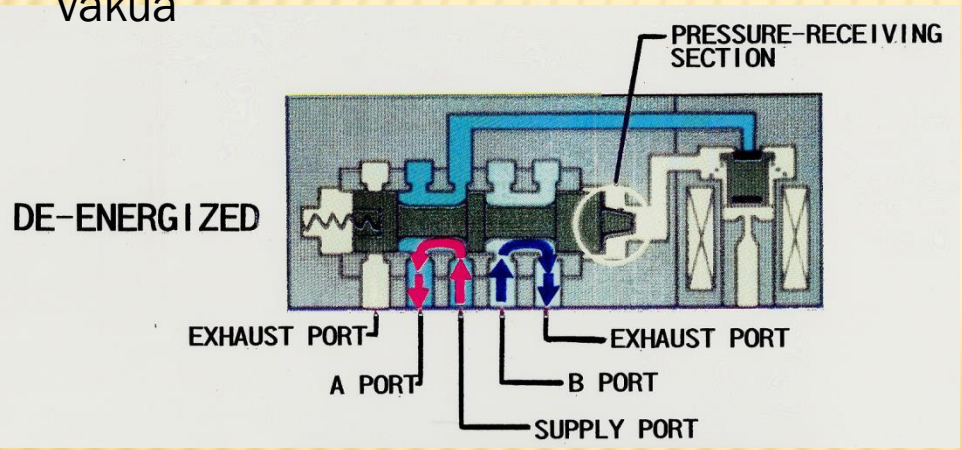
VENTILY

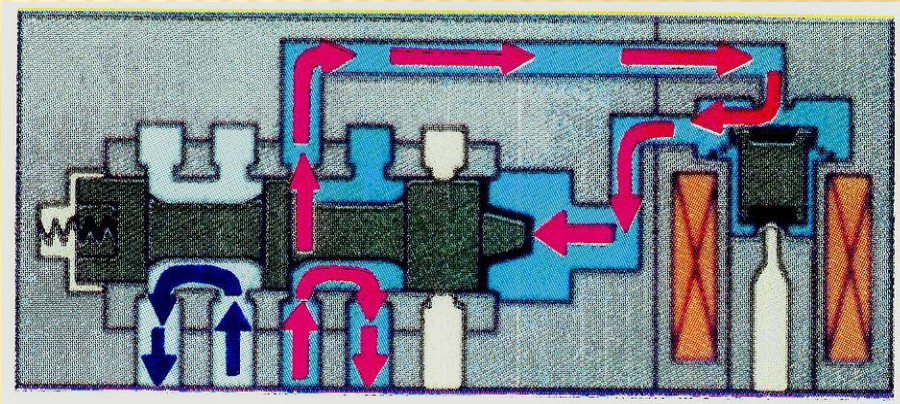
Ventily se šoupátkem nepřímo ovládaným

• Šoupátko nebo sedlo není pevně spojeno s jádrem cívky, ventil potřebuje pro funkci interní nebo externí pilotní signál, obvykle v rozsahu 1-7 Barů

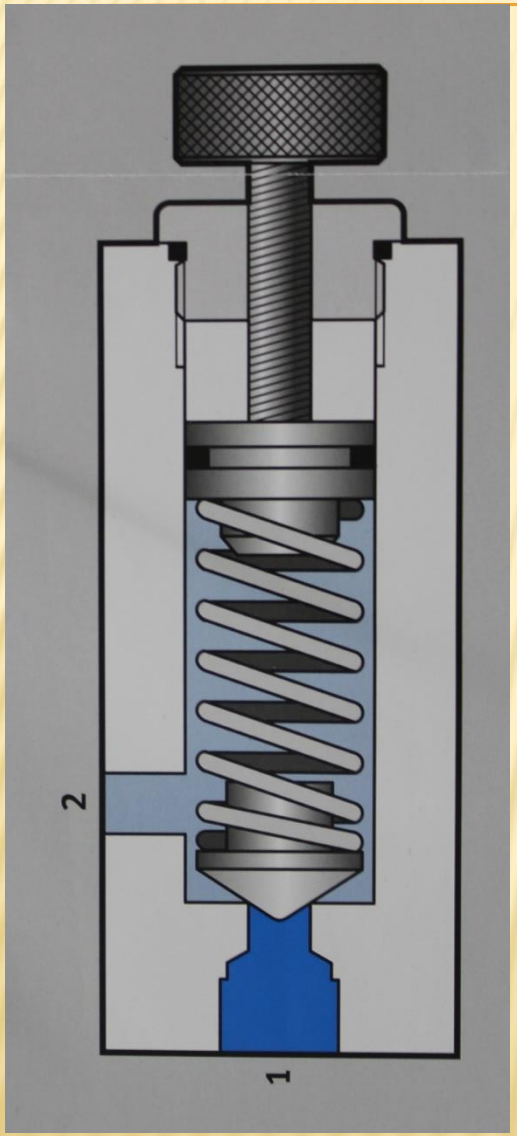
• Použitelné pro většinu aplikací mimo velmi nízkého tlaku a vakua



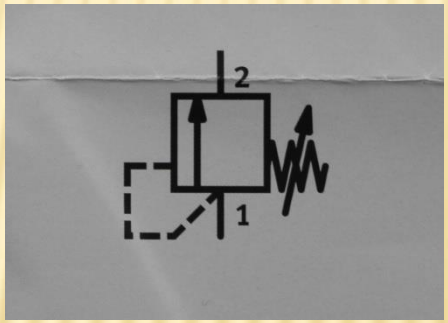




POJIŠŤOVACÍ VENTIL

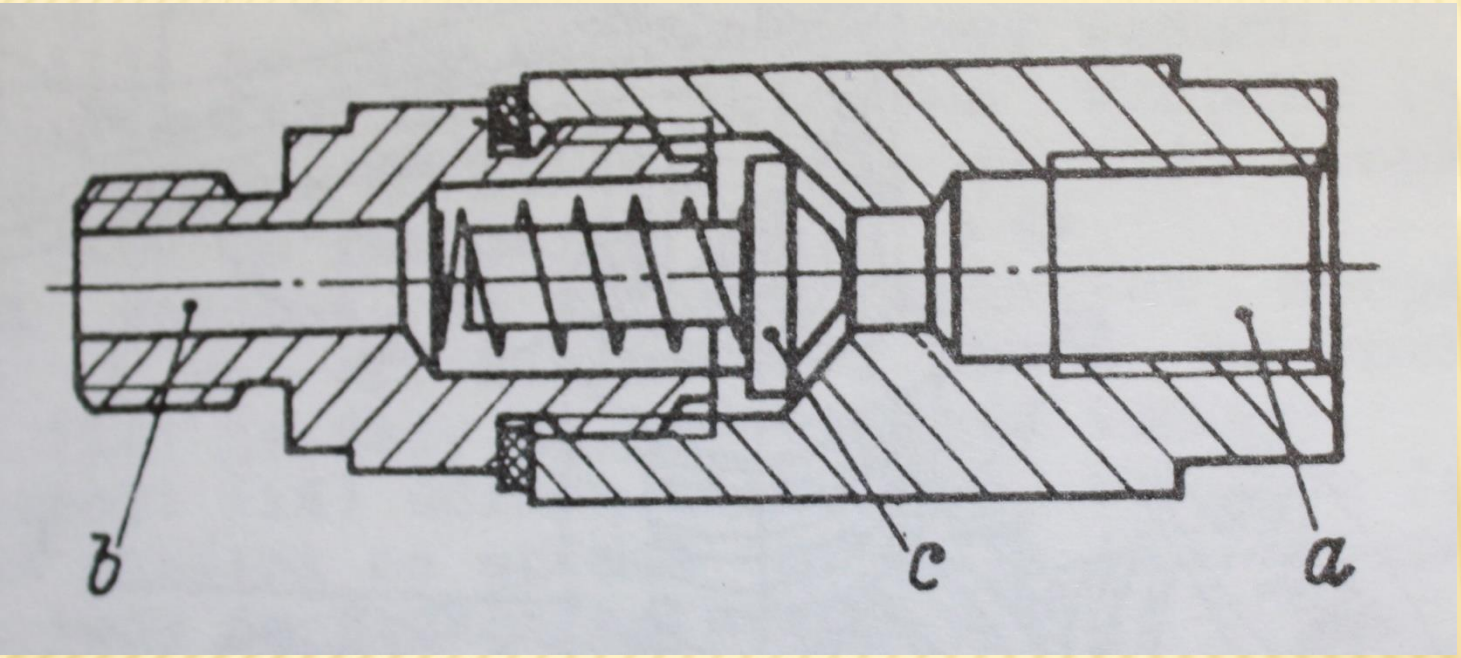


- Tlakem pružiny je dán maximální tlak v systému
- po překročení maximálního tlaku o víc než 10% dojde k odfouknutí přetlaku do atmosféry
- současně musí být zaručena dostatečná průtočná plocha ventilu



Schematická značka pojišťovacího ventilu

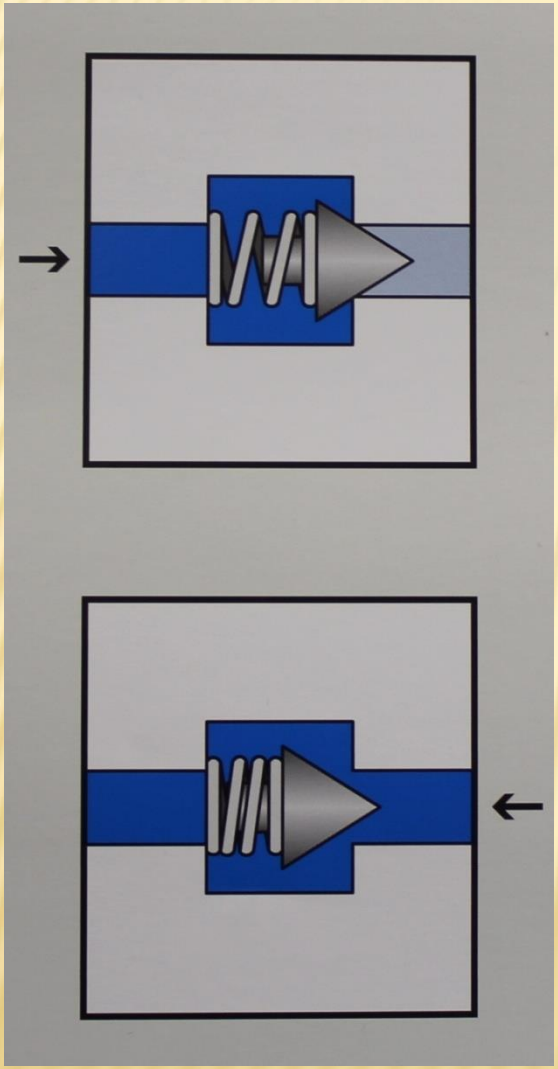
ZPĚTNÝ VENTIL



- a) odvod vzduchu
- b) přívod vzduchu
- c) pístek ventilu

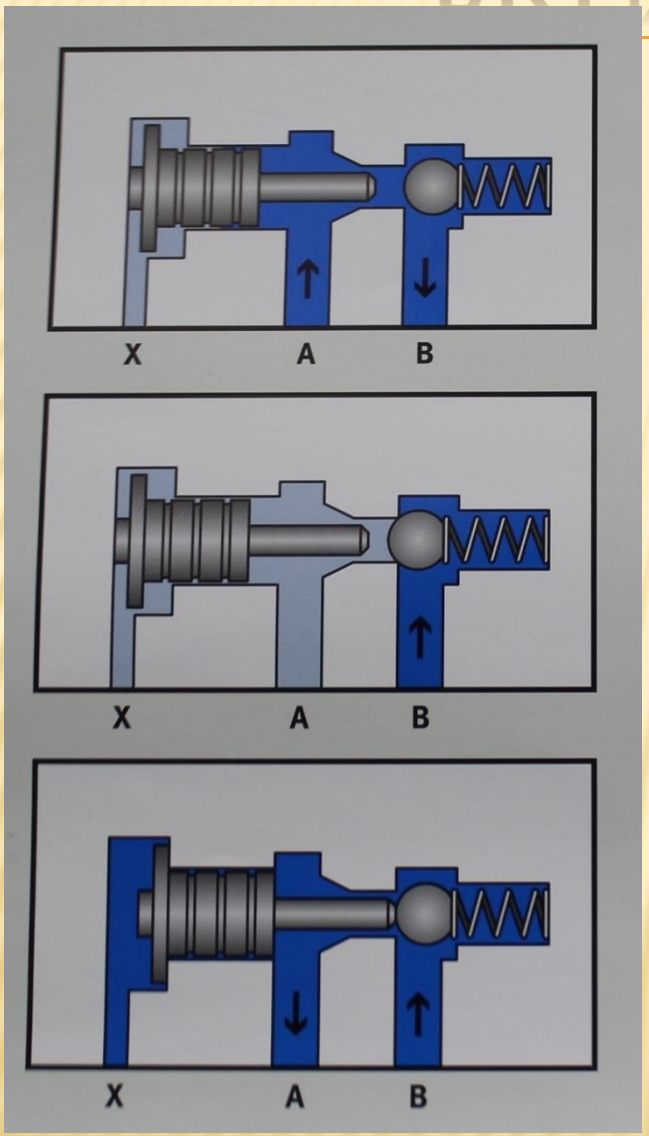


ZPĚTNÝ VENTIL

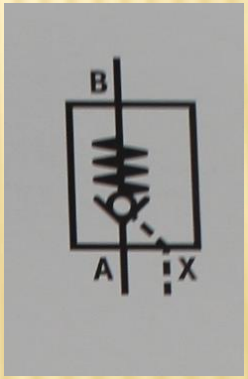




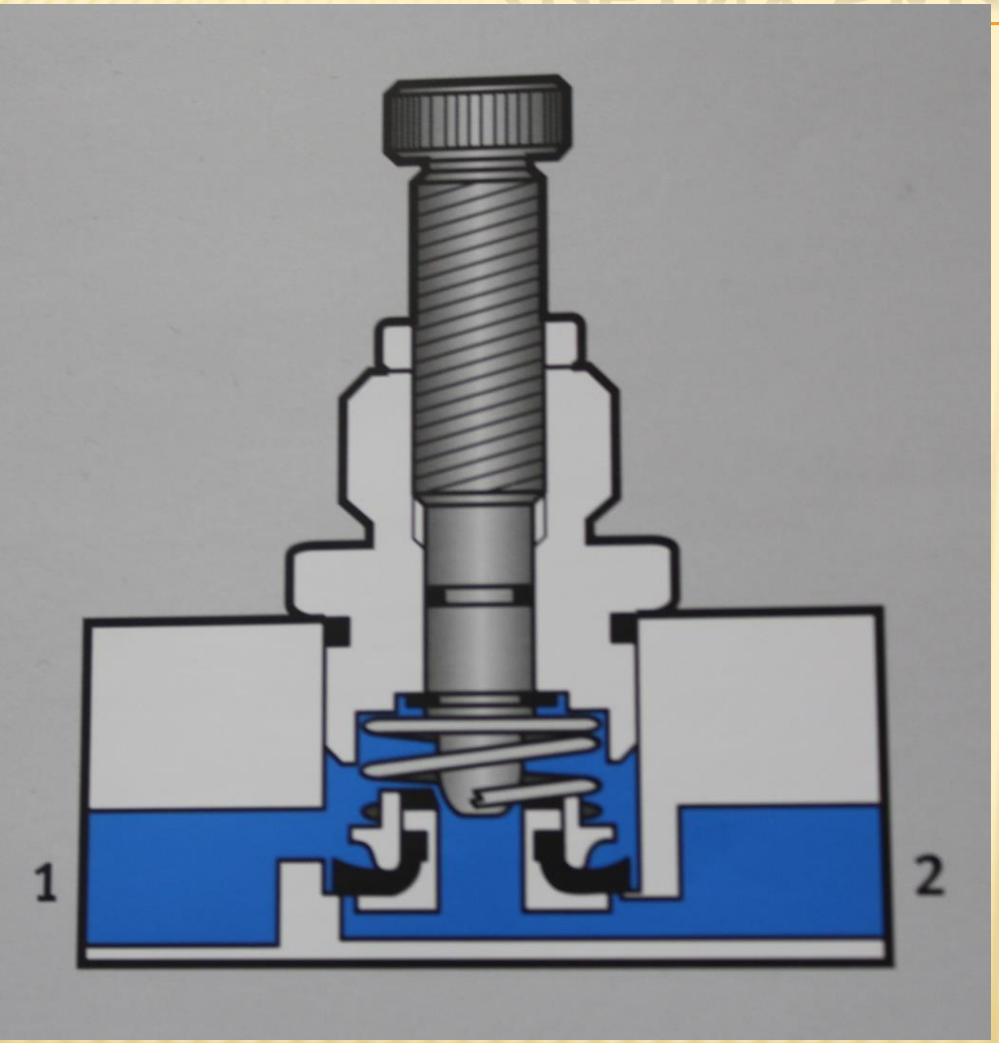
ŘÍZENÝ ZPĚTNÝ VENTIL



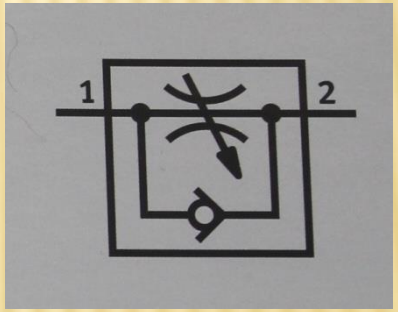
- Směr tlaku zvduchu z A do B je otevřen
- Směr tlaku vzduchu z B do A je uzavřen
- Přivedeme-li tlak vzduchu na vstup X , bude ventil obousměrně průchozí



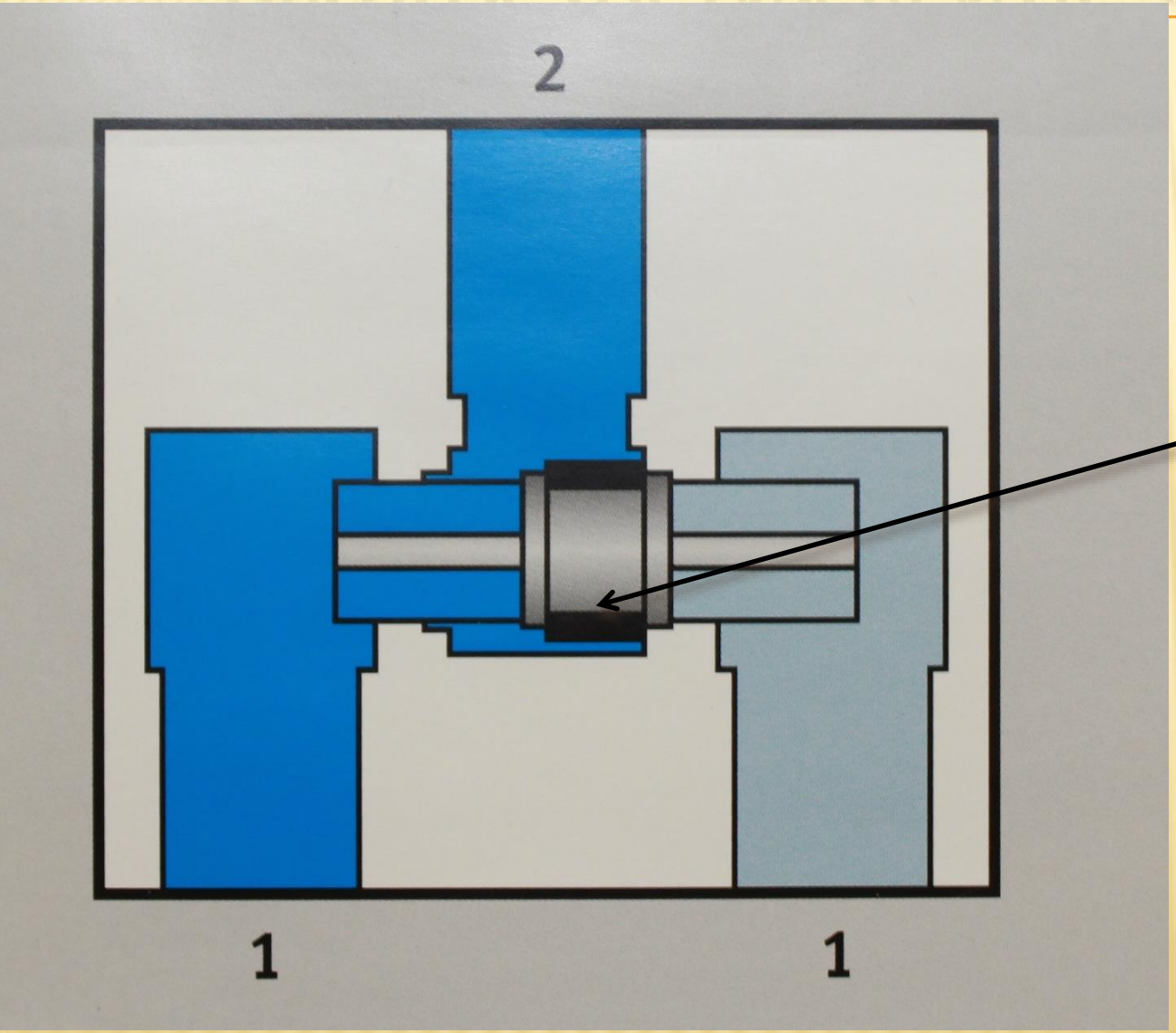
ZPĚTNÝ ŠKRTÍCÍ VENTIL



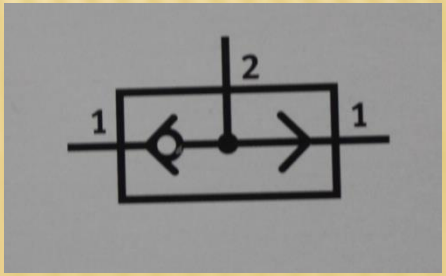
Zpětný škrtící ventil má dvě funkce
- jednak zmenšuje plynule průřez vedení a tím i množství průtoku media
- za druhé omezují průtok media pouze jedním směrem
- jeho hlavním úkolem je regulovat rychlost pohybu pneumatických motorů



DVOJITÝ ZPĚTNÝ VENTIL- NEBO - OR

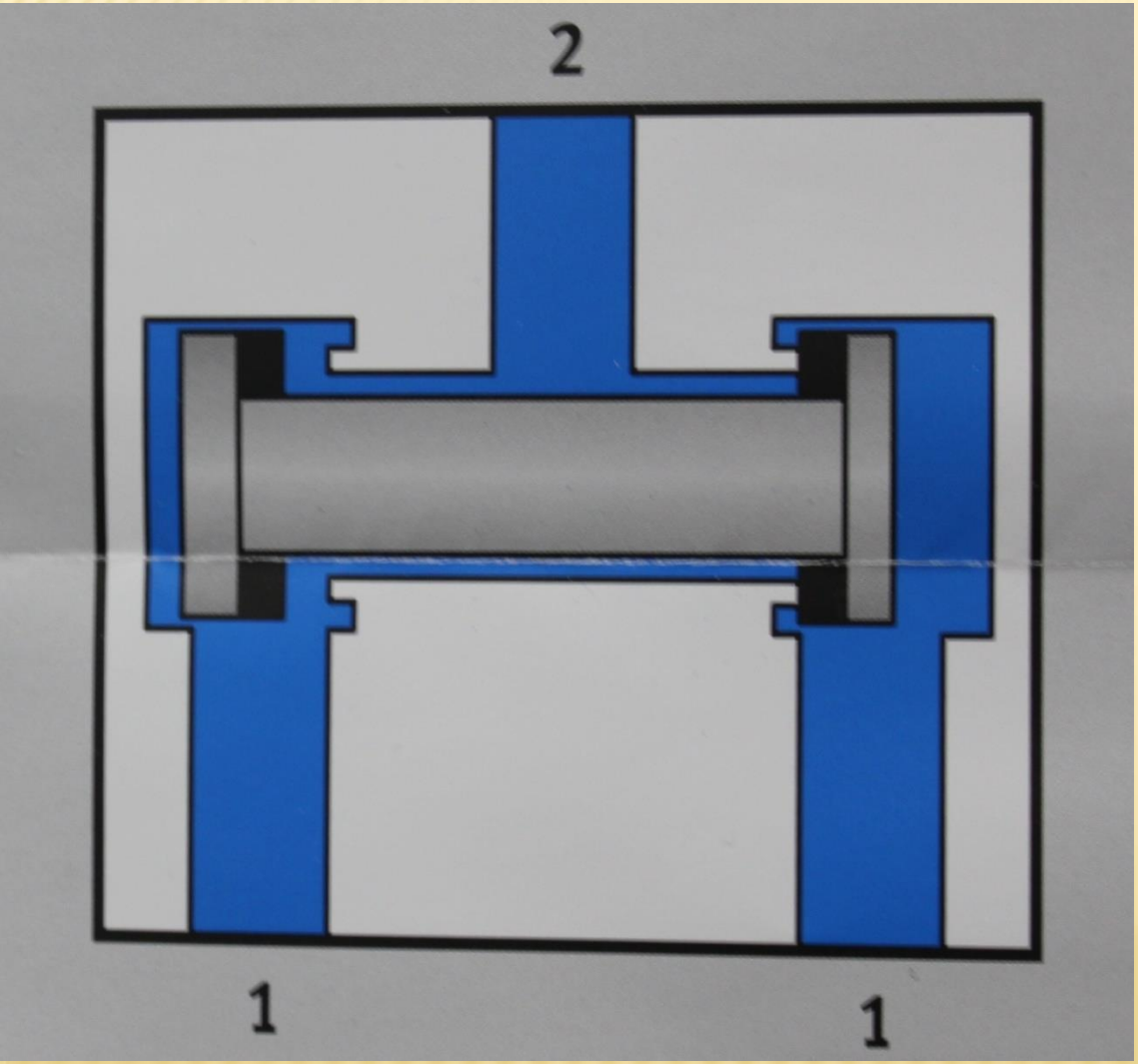


- působí-li signál na obou vstupech nebo alespoň na jednom vstupu, je signál na výstupu
  - šoupátko dle tlaku na vstupech se posune doleva nebo do prava
  - Hlavní oblast použití v pneumatických obvodech

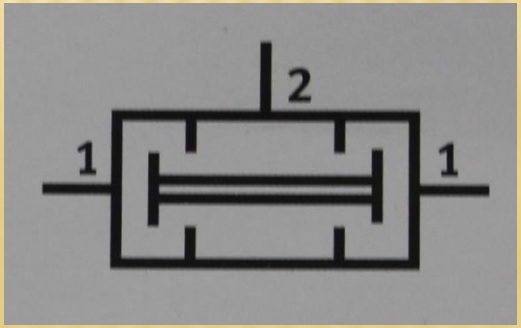


VENTIL AND

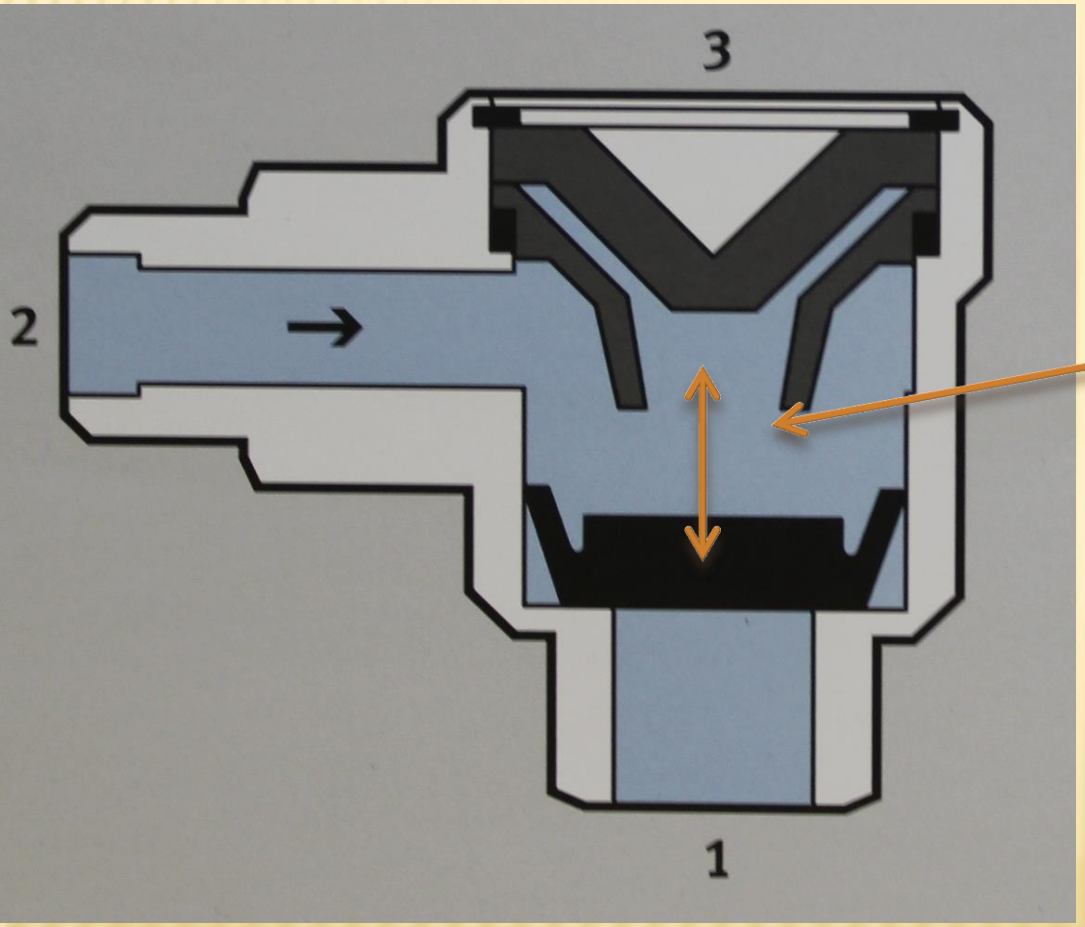
Ventil funkce AND má dva vstupy s indexem 1. a jeden výstup označený indexem 2.



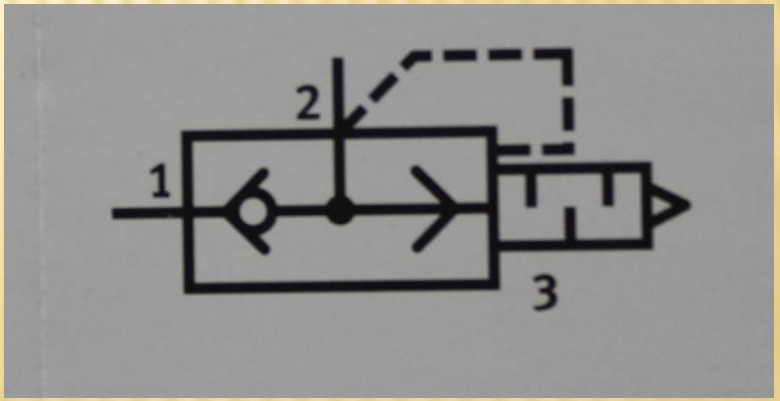
- Signál na výstupu 2. existuje jen tehdy, jestliže působí současně signály na oba vstupy 1.
- Průtok z 1. do 2. se uzavírá na základě diferenčních sil na pístovém šoupátku
- Působí-li signál pouze na jednom vstupu 1. , šoupátku přechod z 1. do 2. uzavře
- Hlavní oblast použití v pneumatických obvodech



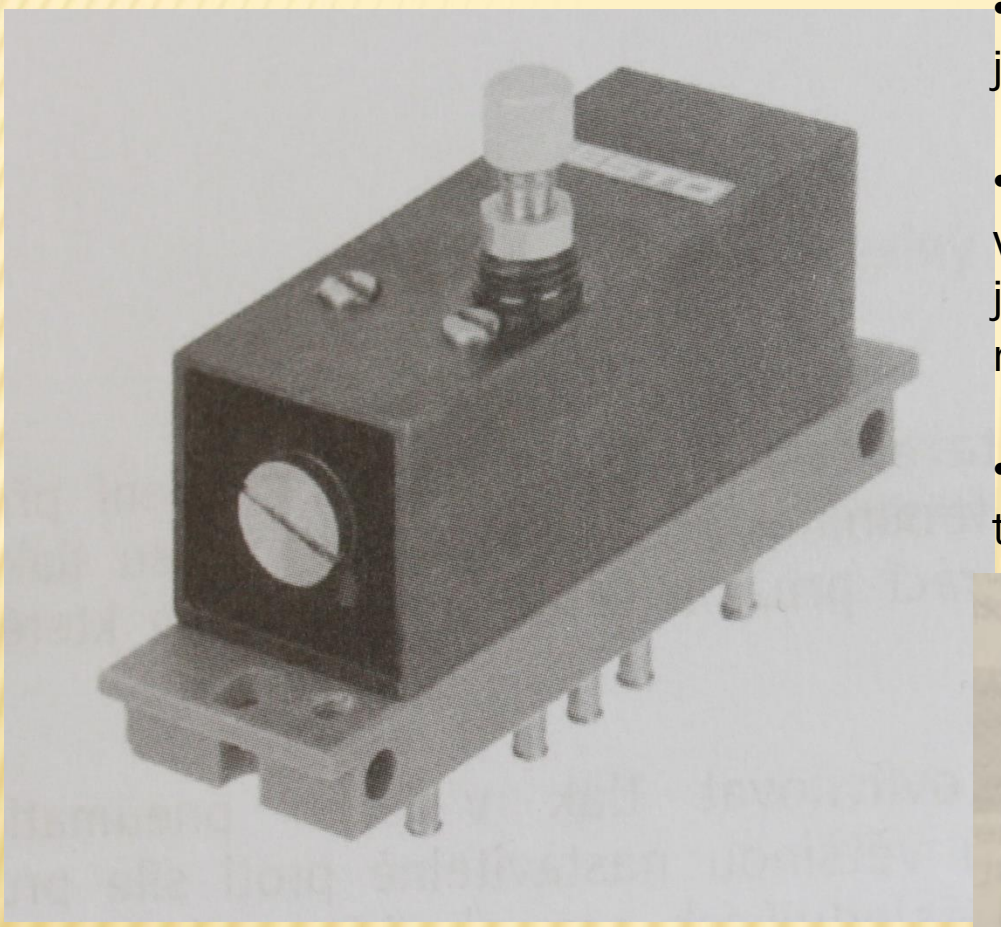
RYCHLOODVZDUŠŇOVACÍ VENTIL



- Rychloodvětrávací ventily se používají ke zvýšení rychlosti přestavení válců
- Ventil má tři přípoje. 1. tlak vzduchu, 2. směr k pneumatickému válci a 3. odvzdušnění do atmosféry.
- Hlavní oblast použití v pneumatických obvodech



ZPOŽĎOVACÍ VENTIL - ČASOVAČ

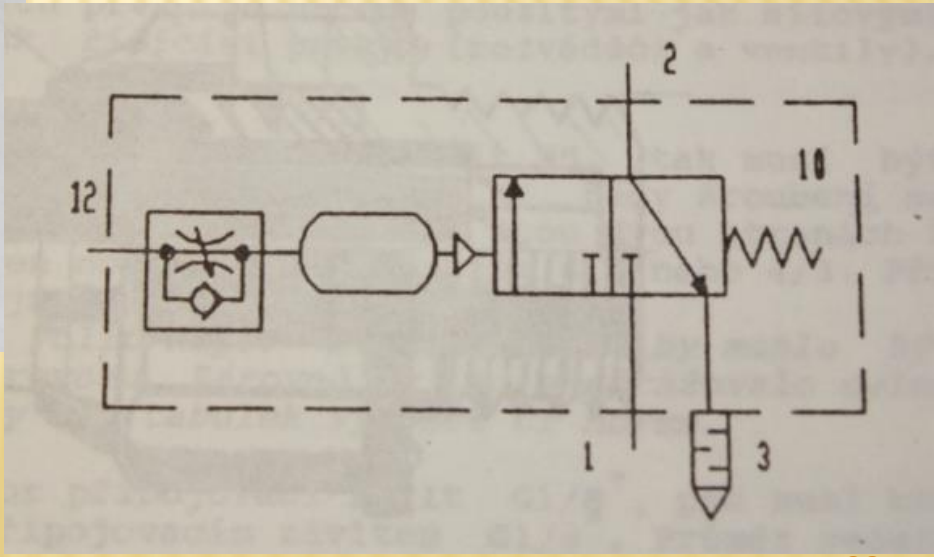


Rozlišujeme dva typy těchto ventilů
- v základní poloze uzavřen
- v základní poloze otevřen

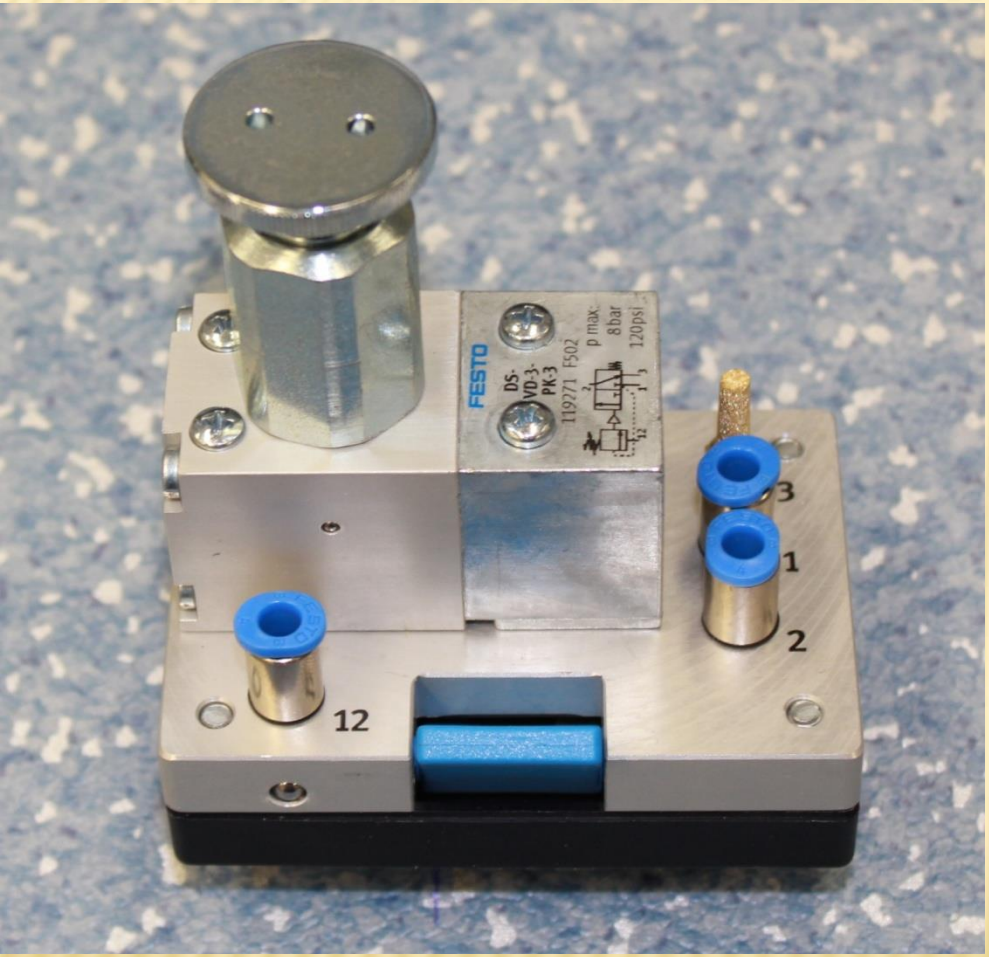
- Kombinací různých pneumatických prvků je možné dosáhnout dalších funkcí

- Dle nastaveného škrtícího ventilu proudí více nebo méně vzduchu za určitou časovou jednotku do zásobníku. Po dosažení nutného spínacího tlaku ventil 3/2 přepne

- Ventil zůstává v přepnuté poloze po dobu trvání příslušného spínacího tlaku



TLAKOVÝ SPÍNACÍ VENTIL

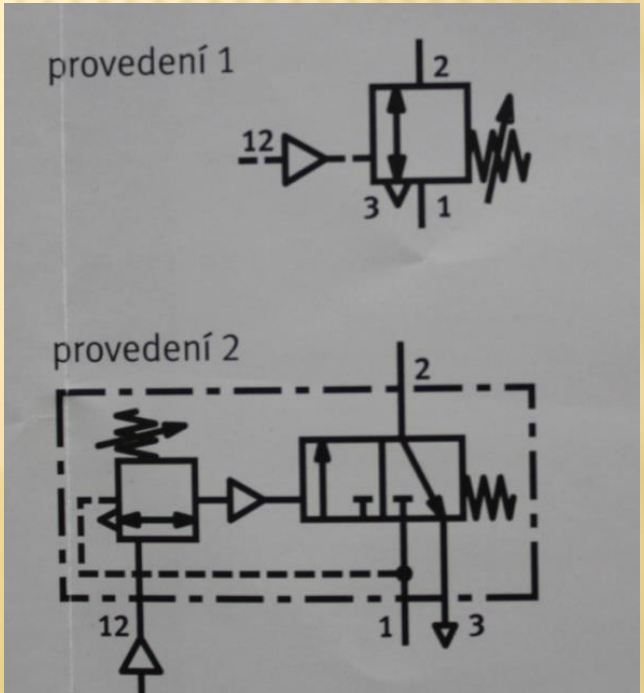


Schematická značka tlakového spínacího ventilu

• Pokud dosáhne řídící signál nastaveného tlaku, dojde k sepnutí monostabilního ventilu 3/2

Při poklesu řídícího tlaku ventil opět rozepne

Tlakové ventily mají za úkol ovlivňovat tlak v celém pneumatickém systému nebo v jeho určité části

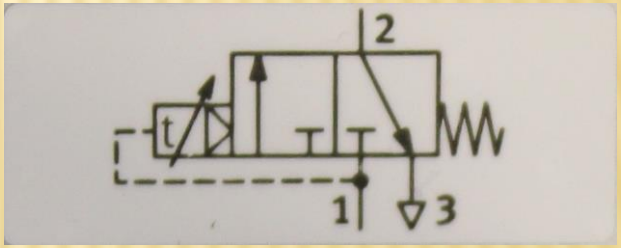


ČASOVACÍ VENTILY



Pneumatické počítadlo

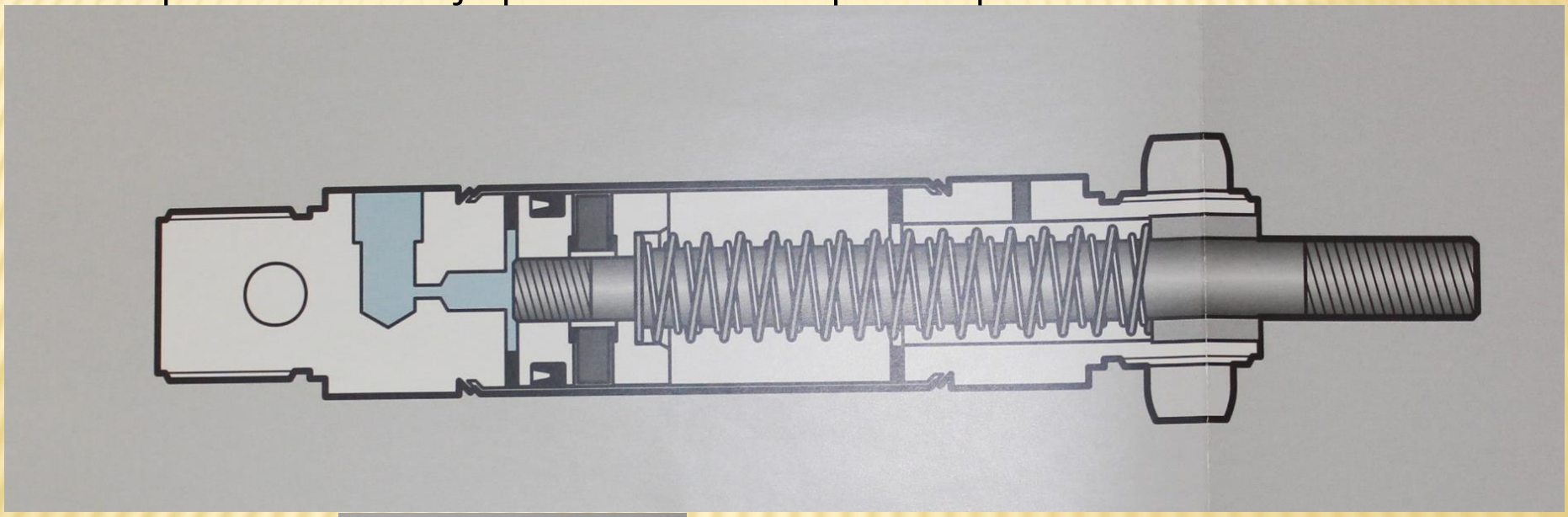
Po dosažení přednastaveného počtu impulsů sepne ventil 3/2
Hlavní oblast použití v pneumatických obvodech



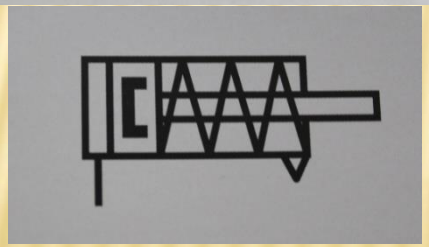
Schematická značka

JEDNOČINNÝ PŘÍMOČARÝ PNEUMOTOR

• Jednočinný pneumotor vykonává mechanickou práci pouze v jednom směru.
• V opačném směru je pístnice tlačena zpětnou pružinou



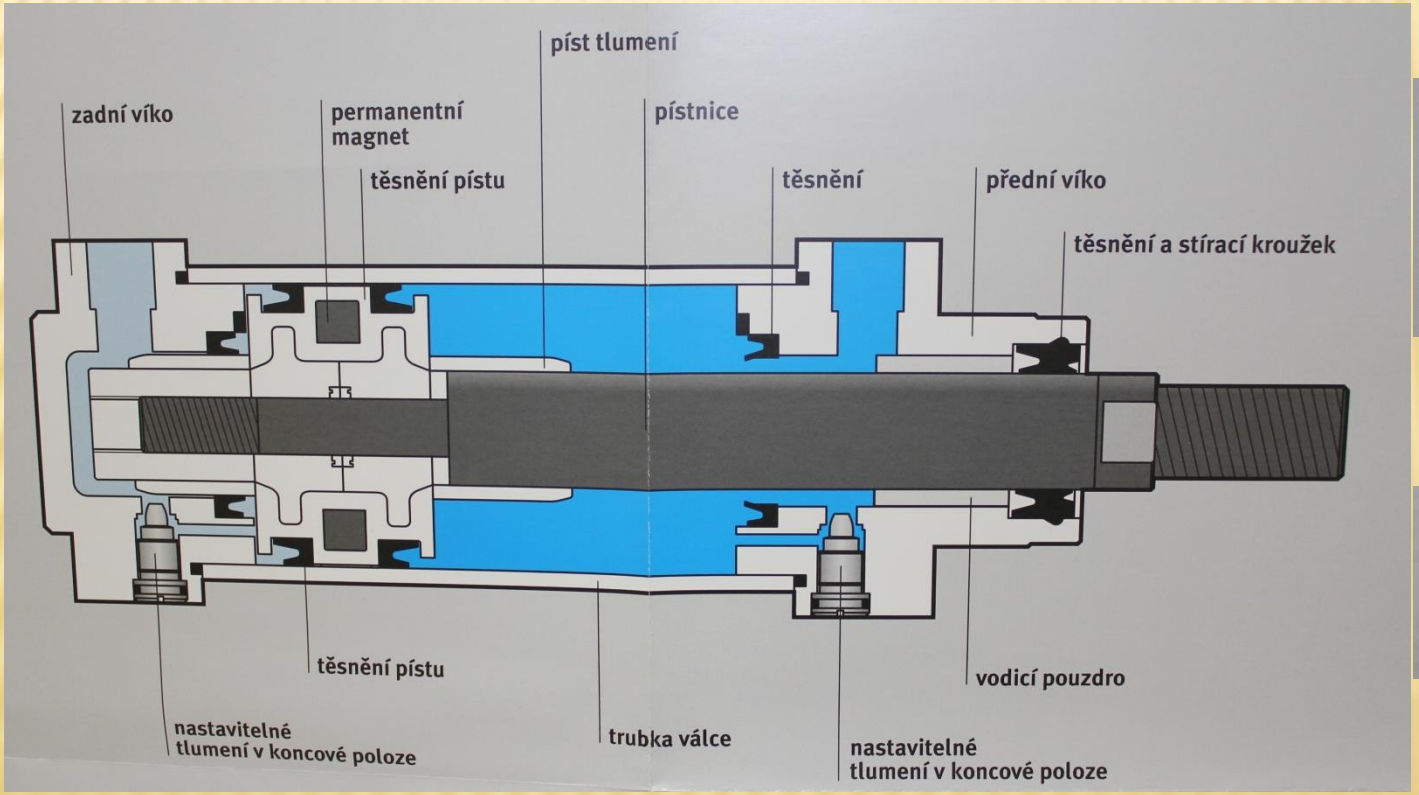
Schematická značka



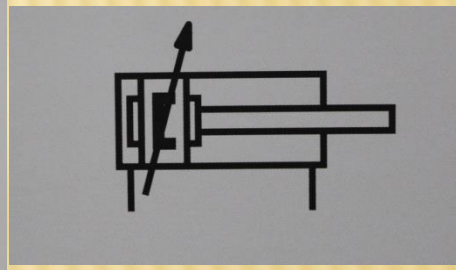
• jednočinný pneumotor může mít dvě varianty
• v klidové poloze pístnice zasunuta
• v klidové poloze pístnice vysunuta

DVOJČINNÝ PŘÍMOČARÝ PNEUMOTOR

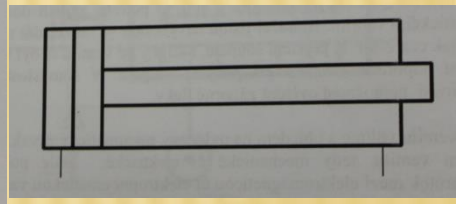
- Dvojčinný pneumotor vykonává mechanickou práci v obou směrech
- Stlačený vzduch je možné přivádět do prostoru před píst i za píst
- Na obrázku je dvojčinný pneumotor s permanentním magnetem a s nastavitelným tlumením v koncových polohách



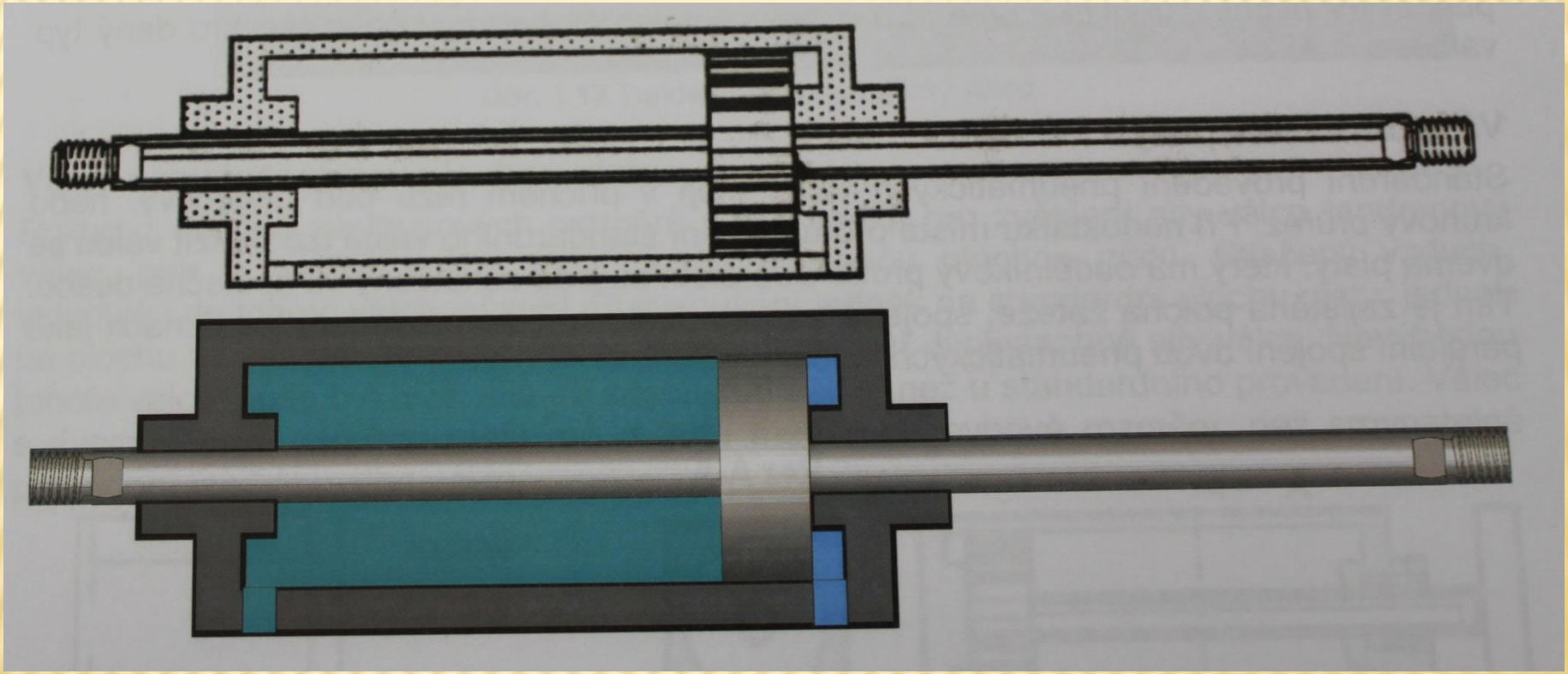
Schematická značka

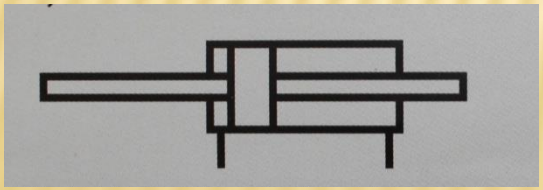


Dvojčinný přímočarý pneumotor



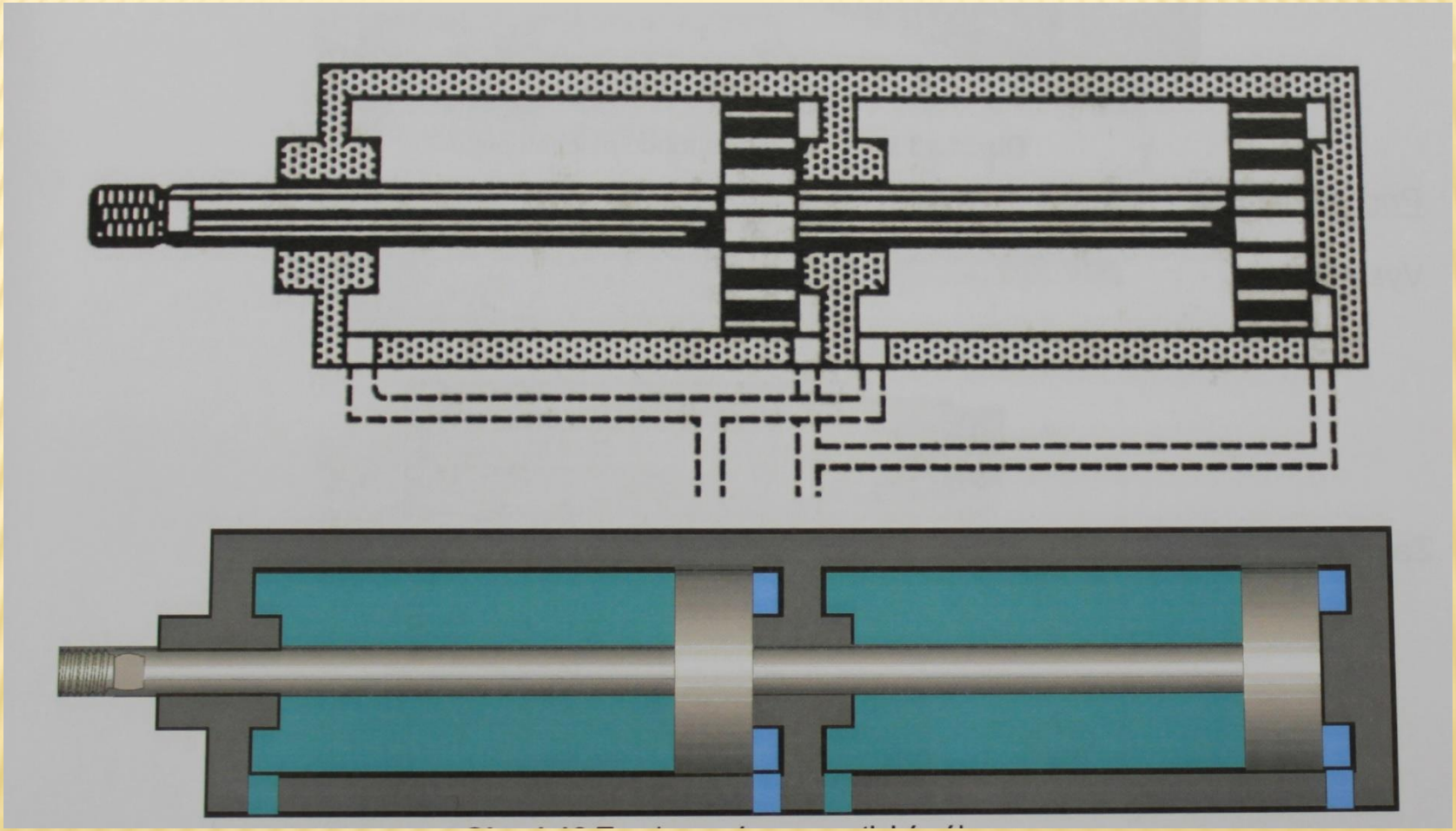
DVOJČINNÝ PNEUMOTOR S OBOUSTRANOU PÍSTNICÍ





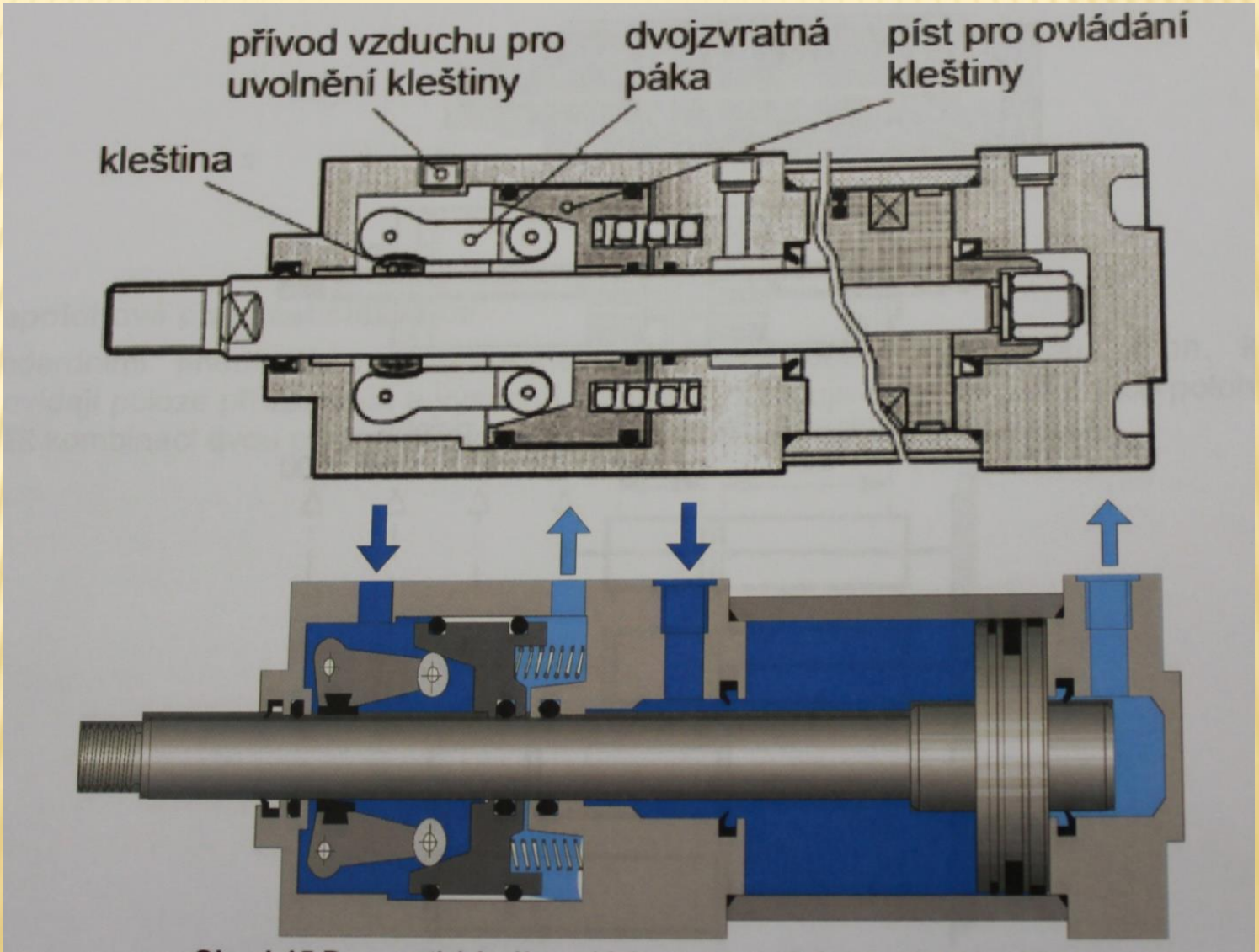
Schematická značka

PNEUMATICKÝ MOTOR SE DVĚMA PÍSTY

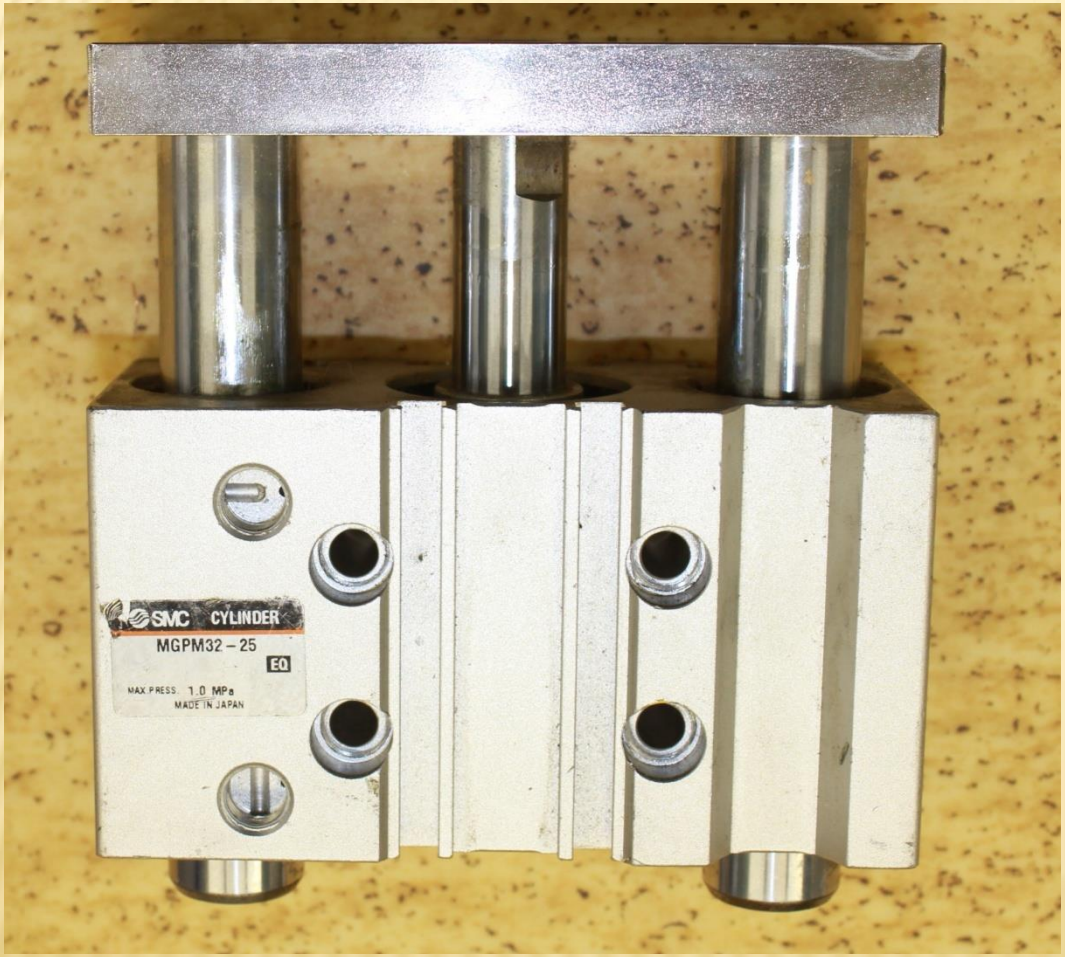


Pneumatický motor má dva písty a tím dvojnásobnou plochu pístu a tím i sílu

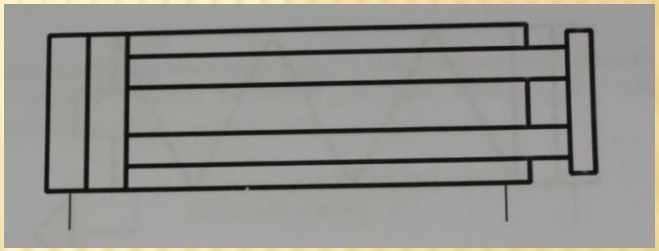
PNEUMATICKÝ POHON SE ZAJIŠTĚNÍM POLOHY PÍSTNICE



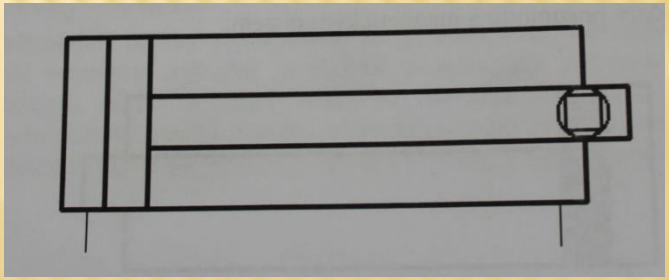
PNEUMATICKÝ POHON SE ZDVOJENÝM VEDENÍM



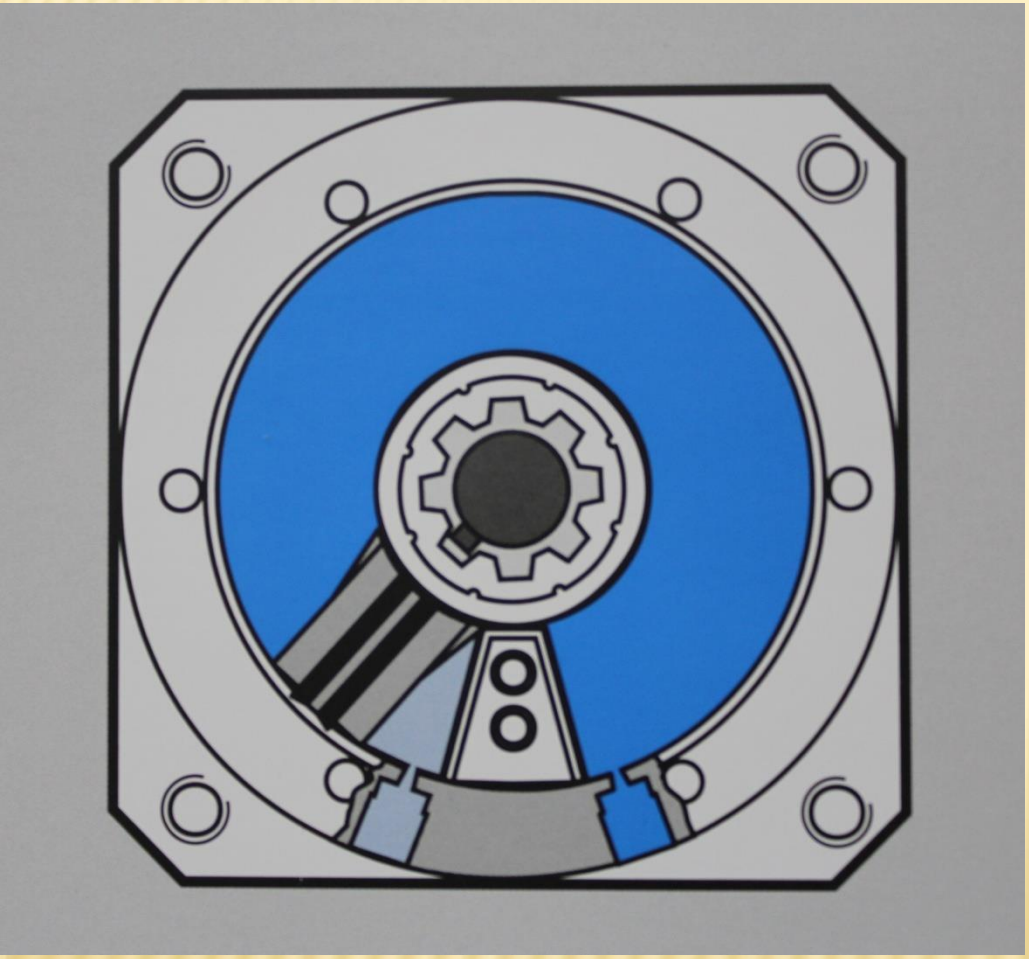
Schematická značka



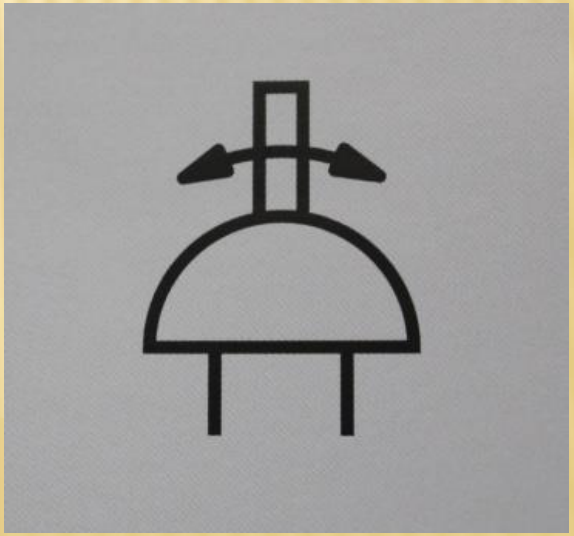
Pneumatický pohon
s čtvercovou pístnicí



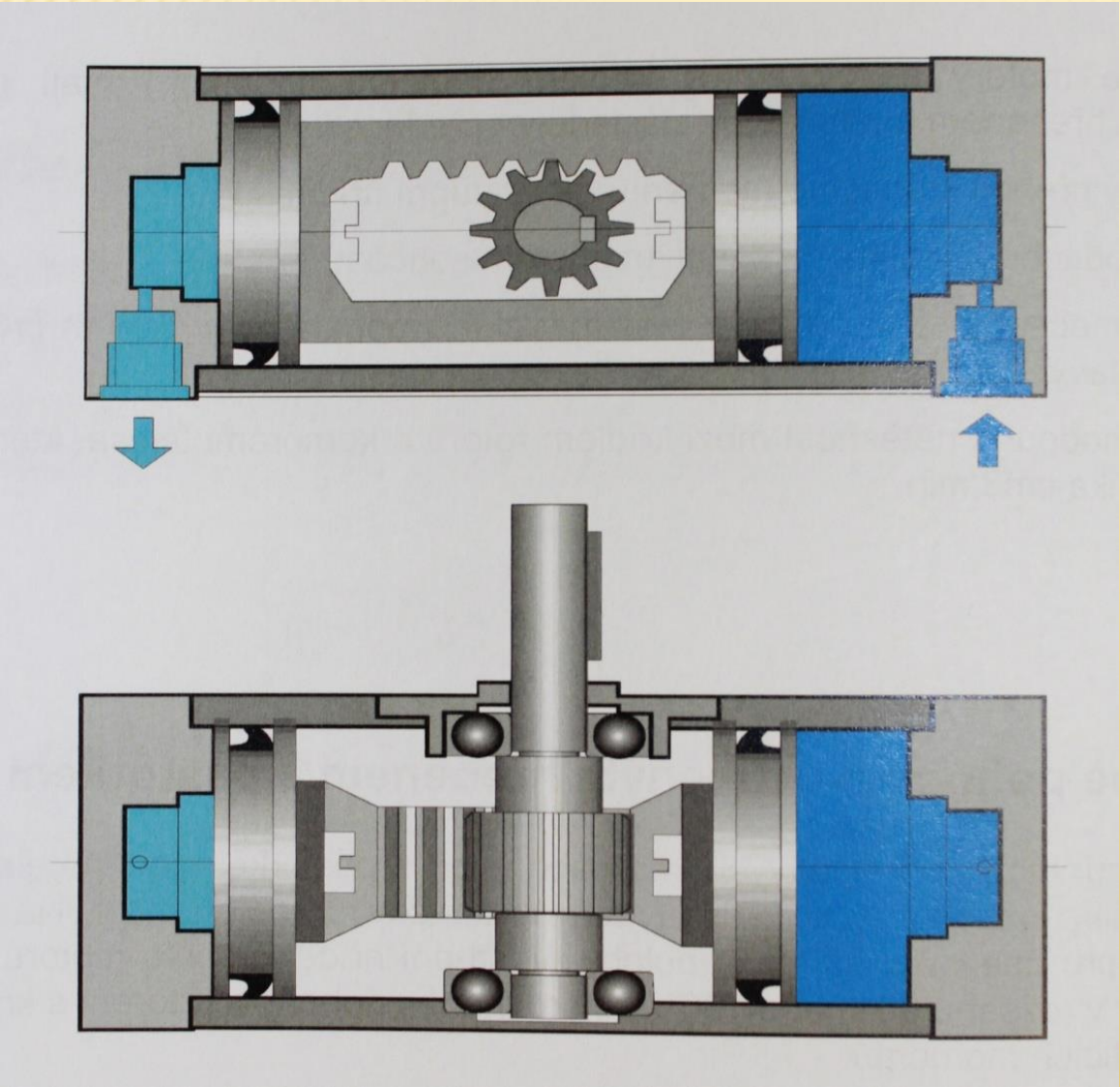
KYVNÝ KŘÍDLOVÝ POHON



Stlačený vzduch působí na jednu nebo dvě lamely, lopatky, které jsou pevně spojeny s otočnou hřídelí, která je uložena v ložiscích.
Výstupní členy těchto pohonů mívají nastavitelný otočný úhel s maximální velikostí 270^{o}

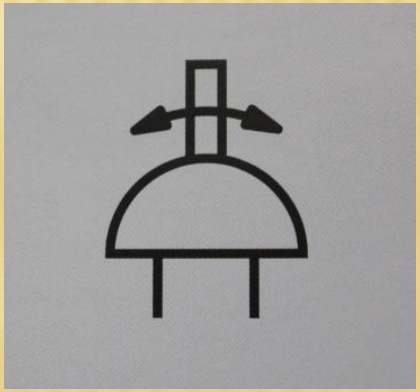


KYVNÝ POHON S OZUBENÝM HŘEBENEM A PASTORKEM



Hřídel pohonu je uložen ve valivých ložiscích, tvoří s pastorkem jeden celek.Do ozubení pastorku zabírá ozubení tyče.
Výstupní hřídele těchto motorů konají otáčivý kyvný pohybv rozsahu až 180°
Ve srovnání s kyvnými pohony s křídli dosahují tento typ pohonů větších kroutících momentů

Schematická značka

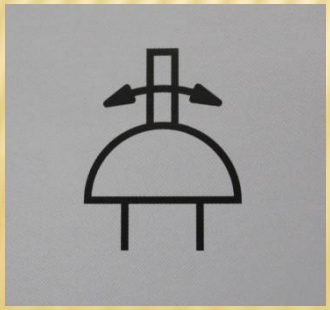


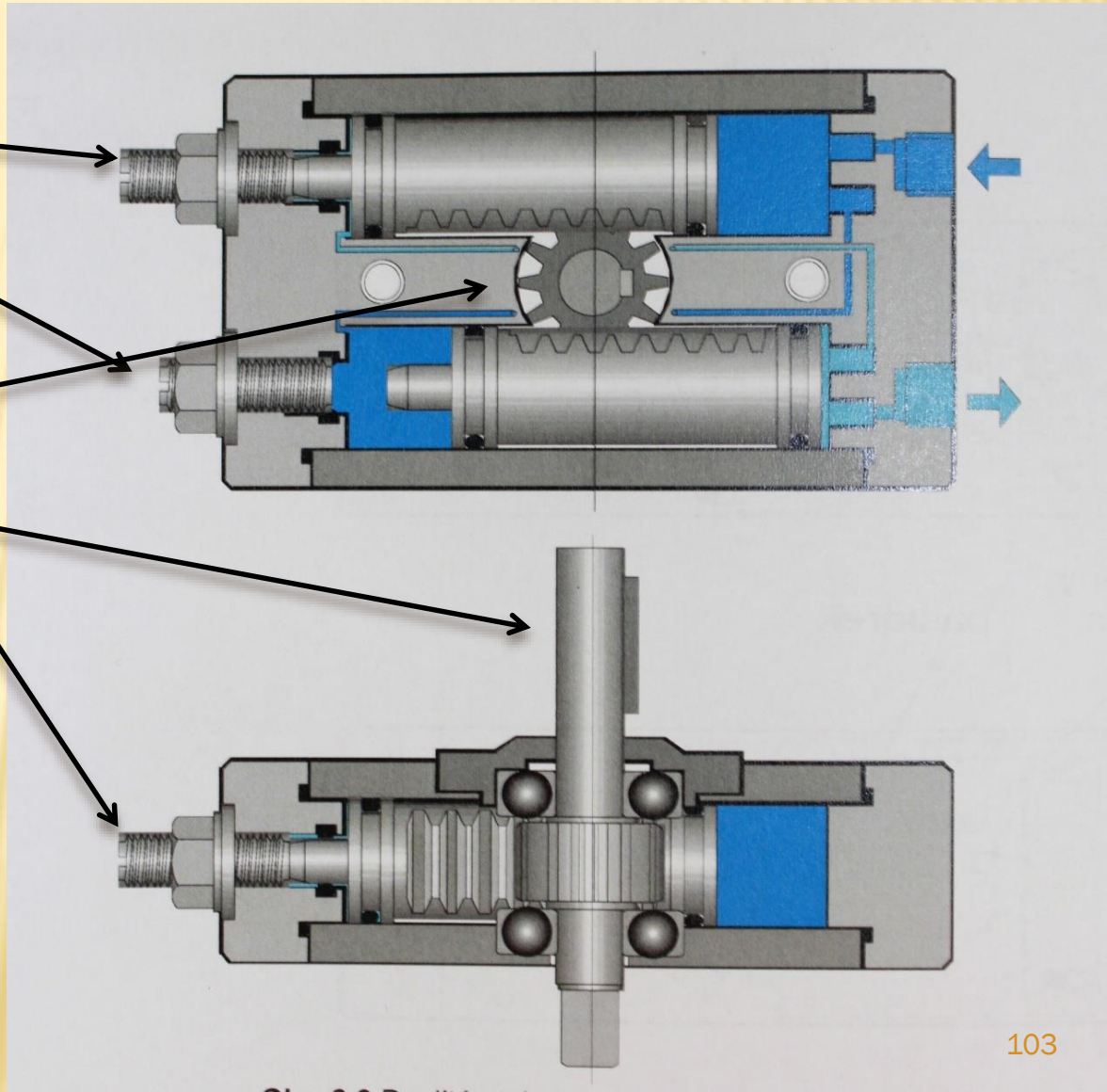
KYVNÝ POHON S OZUBENÝM HŘEBENEM A PASTORKEM

Mechanické dorazy k nastavení kyvného úhlu

Otočná hřídel

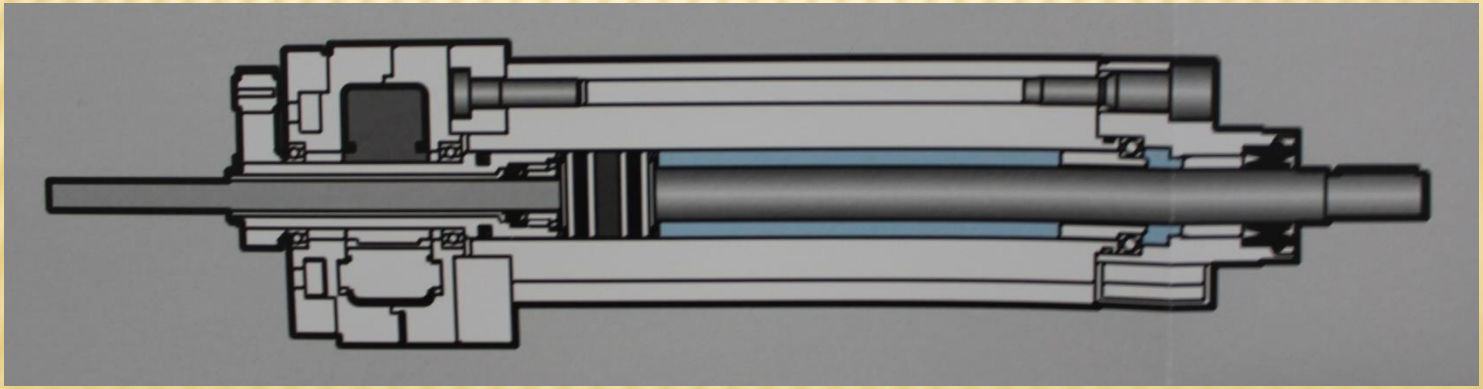
Schematická značka





KYVNĚ PŘÍMOČARÝ POHON DVOJČINNÝ S PERMANENTNÍM MAGNETEM NA PÍSTU

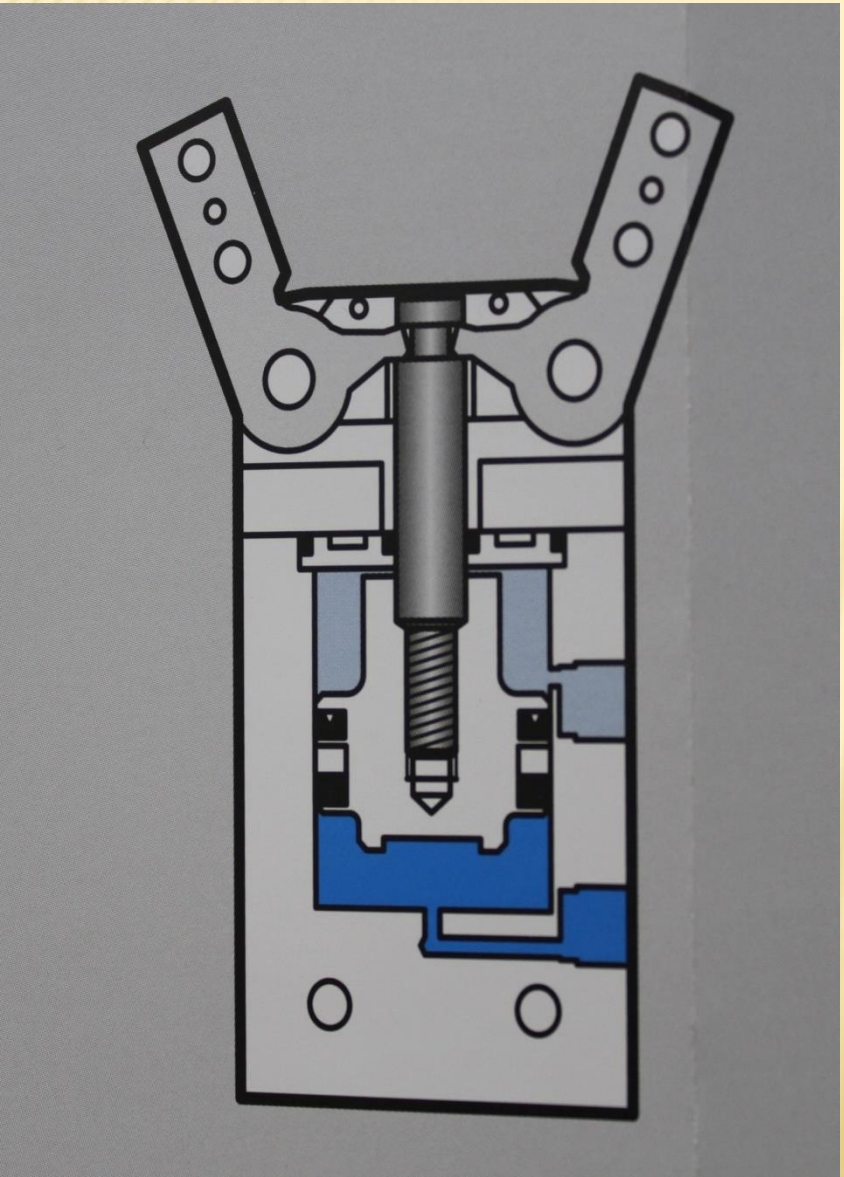
Jedná se o dva mechanicky spojené pohony, kyvný a přímočarý s šestihrannou pístnicí, přičemž každý pneumatický motor má svůj vlastní přívod a odvod vzduchu. Tudíž vysouvání a otáčení mohou pracovat nezávisle.



Schematická značka



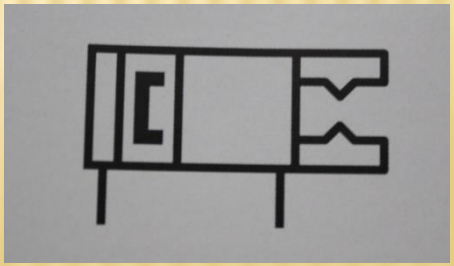
ÚCHOPNÁ HLAVICE



Pneumatické úchopné hlavice se používají při manipulaci s polotovary. Existuja řada konstrukčních řešení úchopných hlavic, které se dají rozdělit do dvou základních skupin. S rotačním pohybem a paralelním pohybem

Na obrázku je znázorněna úchopná hlavice s rotačním pohybem se dvěma chapadly.

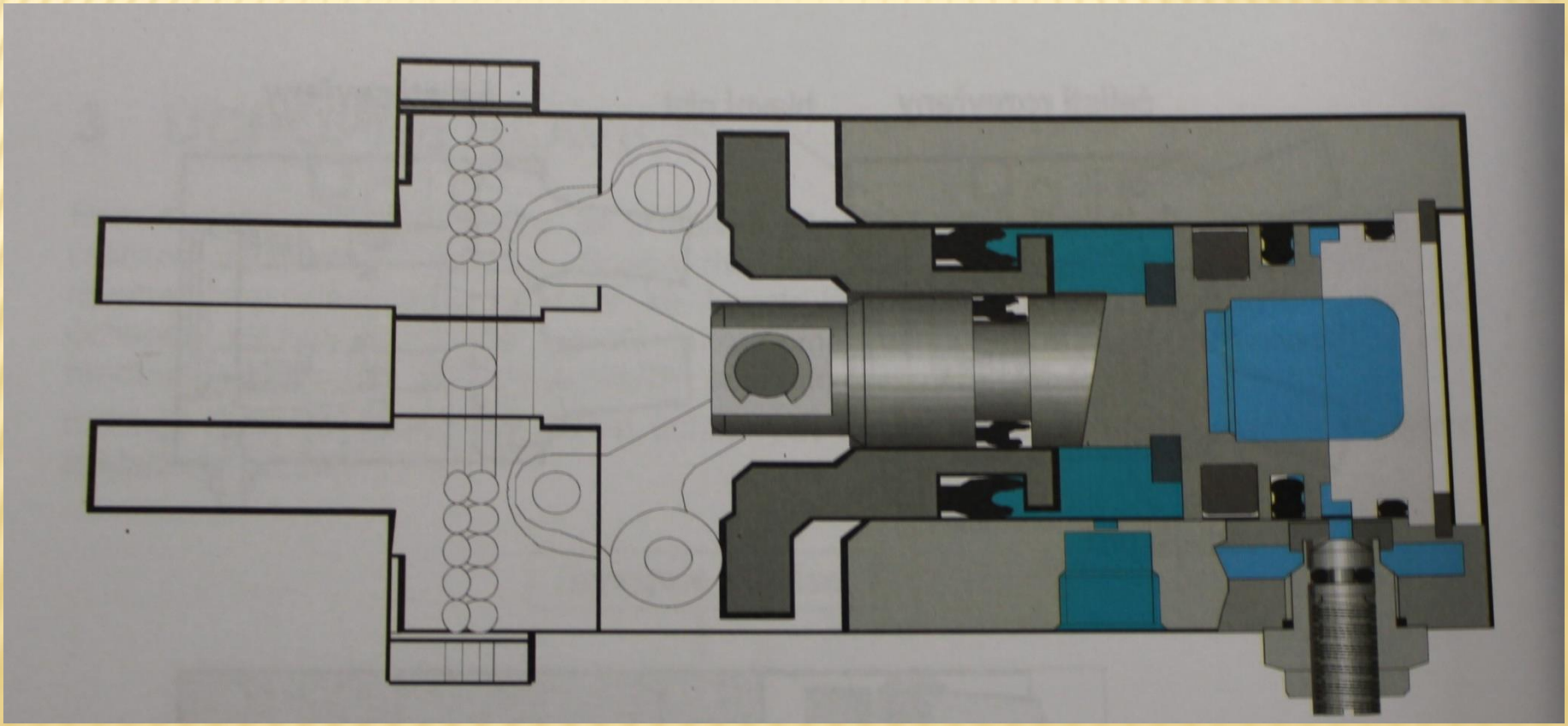
Úchopné hlavice může mít dvě nebo tři nebo čtyři chapadla.



Schematická značka

ÚCHOPNÁ HLAVICE

Paralelní úchopná hlavice. Přímočarý vodorovný pohyb pístu je mechanicky převeden na přímočarý svislý protichodný pohyb čelistí.



VÁLCE BEZ PÍSTNICE

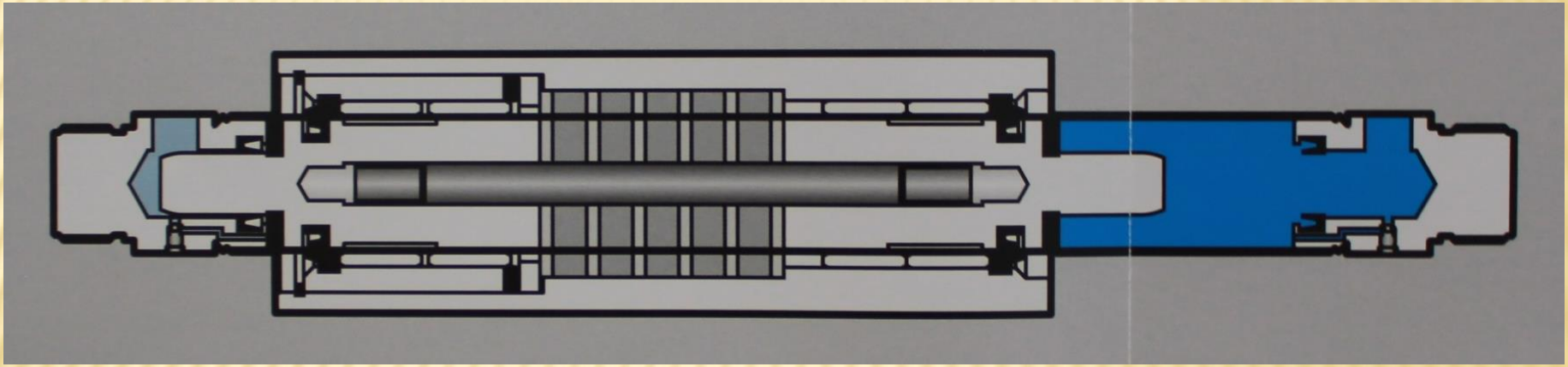
Tři různé funkční mechanismy

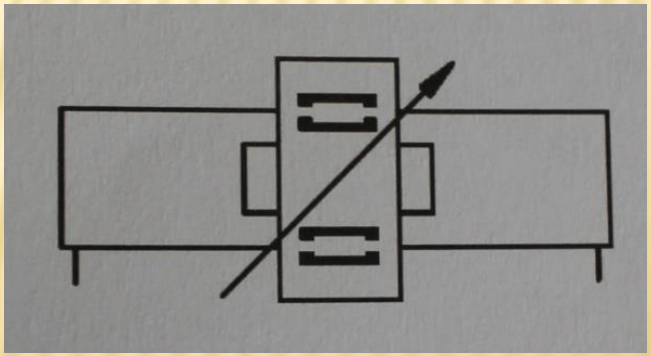
- válce s pásovým nebo lanovým převodem
- válce s těsnící páskou a dělenou trubkou válce
- válce s magnetickou spojkou saní

Ve srovnání s válci s pístnicí, jsou válce bez pístnice prostorově méně náročné, nehrozí ohnutí pístnice při působení bočních sil. Tento způsob pohonu se používá pro extremně dlouhé dráhy zdvihu až do délky 10m. Nejčastěji zátěž přímo leží na saních a veze se po vodorovné dráze. Působící síla pohonu je v obou směrech stejně velká.

PNEUMATICKÝ PŘÍMOČARÝ POHON S MAGNETICKÝM PŘENOSEM SÍLY

Tento pohon má volně pohyblivý píst bez mechanického převodu na saně pohonu. Přenos síly z pístu na saně je proveden permanentními magnety.

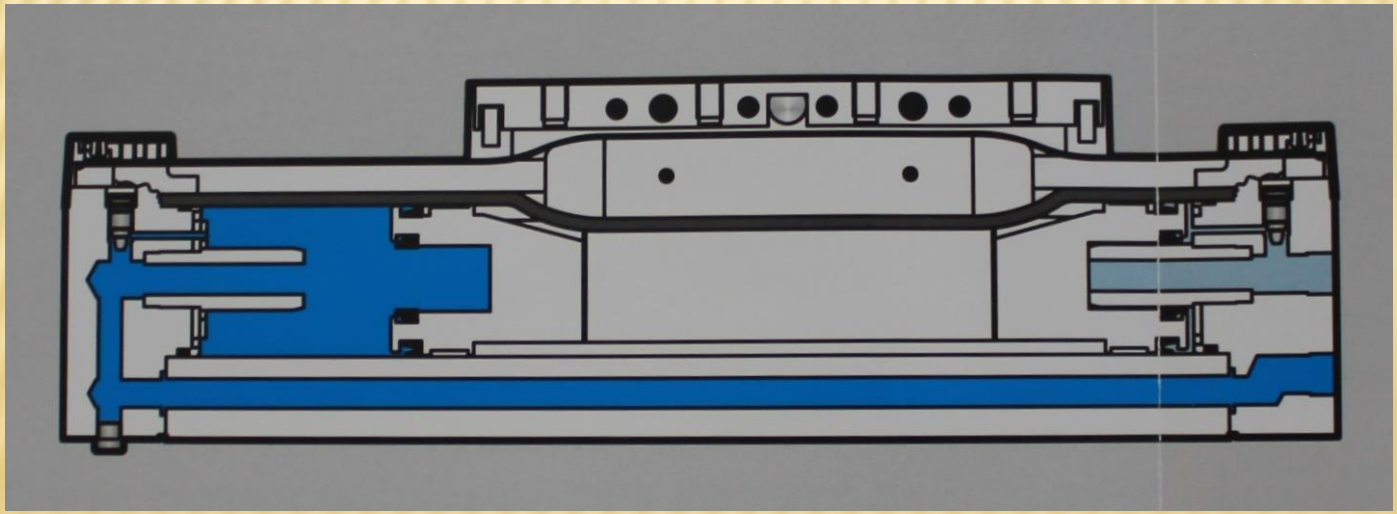


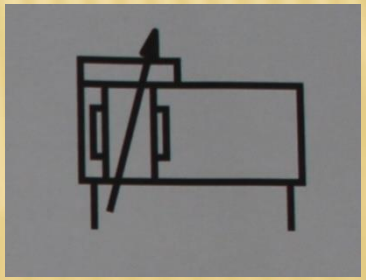


Schematická značka

PNEUMATICKÝ PŘÍMOČARÝ POHON S TĚSNÍCÍ PÁSKOU

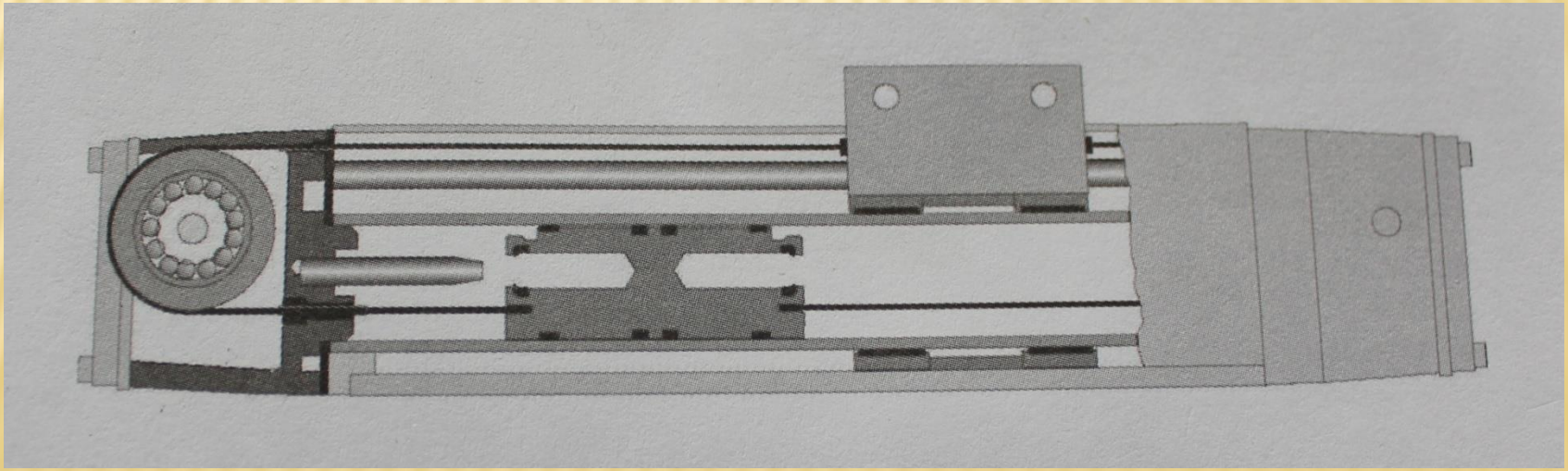
Trubka válce je po celé délce opatřena výřezem. Přebírání síly probíhá na saních, které jsou pevně spojeny s pístem. Spojení pístu a saní je vedeno drážkou v trubce válce směrem ven. Utěsnění průřezu je provedeno ocelovou páskou, která zakrývá vnitřní stranu průřezu. Mezi těsněními pístu je pás ohnutý a vedený pod saněnmim Druhá páska kreje průřez z vnějšku za účelem zabránění pronikání nečistot.





POHON DVOJČINNÝ PŘÍMOČARÝ S PÁSOVÝM PŘEVODEM

- Jedná se o dvojčinný pístový pneumotor, u něhož jsou na obou stranách pístu na místo pístnice upevněna lana nebo struny, vedené přes kladky. Síla z pístu se přenáší obíhajícími lanamy na saně pohonu.



VÝPOČET TEORETICKÉ SÍLY POHONU

- Předpokládejme , že pneupohon má průměr pístu 2 cm a tlak je 500kPa
- Plocha pístu je $S = 3.14 * 1^2 = 3.14\ cm^2$

100kPa je tlak síle $1kg/cm^2$

Teoretické síla daného pneumotoru je $F = 3.14 * 5 = 15.7\ kg$

TEORETICKÉ SÍLY VÁLCŮ (N)

Průměr pístu [mm]	Tlak [MPa]									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
2,5	0,49	0,98	1,47	1,96	2,45	2,95	3,44	3,93	4,42	4,91
4	1,26	2,51	3,77	5,03	6,28	7,54	8,80	10,05	11,31	12,57
6	2,83	5,65	8,48	11,31	14,14	16,96	19,79	22,62	25,45	28,27
8	5,03	10,05	15,08	20,11	25,13	30,16	35,19	40,21	45,24	50,27
10	7,85	15,71	23,56	31,42	39,27	47,12	54,98	62,83	70,69	78,54
12	11,3	22,6	33,9	45,2	56,5	67,9	79,2	90,5	101,8	113,1
16	20,1	40,2	60,3	80,4	100,5	120,6	140,7	160,8	181,0	201,1
20	31,4	62,8	94,2	125,7	157,1	188,5	219,9	251,3	282,7	314,2
25	49,1	98,2	147,3	196,3	245,4	294,5	343,6	392,7	441,8	490,9
32	80,4	160,8	241,3	321,7	402,1	482,5	563,0	643,4	723,8	804,2
40	126	251	377	503	628	754	880	1005	1131	1257
50	196	393	589	785	982	1178	1374	1571	1767	1963
63	312	623	935	1247	1559	1870	2182	2494	2806	3117
80	503	1005	1508	2011	2513	3016	3519	4021	4524	5027
100	785	1571	2356	3142	3927	4712	5498	6283	7069	7854
125	1227	2454	3682	4909	6136	7363	8590	9817	11045	12272
140	1539	3079	4618	6158	7697	9236	10776	12315	13854	15394
160	2011	4021	6032	8042	10053	12064	14074	16085	18096	20106
180	2545	5089	7634	10179	12723	15268	17813	20358	22902	25447
200	3142	6283	9425	12566	15708	18850	21991	25133	28274	31416
250	4909	9817	14726	19635	24544	29452	34361	39270	44179	49087
300	7069	14137	21206	28274	35343	42412	49480	56549	63617	70686

OKAMŽITÁ SPOTŘEBA VZDUCHU (NL/MIN)

Průměr pístu [mm]	Rychlost válce [mm/s]																		
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
2,5	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,2	3,5	3,7	4,0	4,2	4,5	4,7	5,0
4	0,6	1,3	1,9	2,5	3,2	3,8	4,4	5,1	5,7	6,3	7,0	7,6	8,3	8,9	9,5	10,2	10,8	11,4	12,1	12,7
6	1,4	2,9	4,3	5,7	7,1	8,6	10,0	11,4	12,9	14,3	15,7	17,1	18,6	20,0	21,4	22,9	24,3	25,7	27,1	28,6
8	2,5	5,1	7,6	10,2	12,7	15,2	17,8	20,3	22,9	25,4	27,9	30,5	33,0	35,5	38,1	40,6	43,2	45,7	48,2	50,8
10	4,0	7,9	11,9	15,9	19,8	23,8	27,8	31,7	35,7	39,7	43,6	47,6	51,6	55,5	59,5	63,5	67,4	71,4	75,4	79,3
12	5,7	11,4	17,1	22,9	28,6	34,3	40,0	45,7	51,4	57,1	62,8	68,6	74,3	80,0	85,7	91,4	97,1	102,8	108,5	114,3
16	10,2	20,3	30,5	40,6	50,8	60,9	71,1	81,2	91,4	101,6	111,7	121,9	132,0	142,2	152,3	162,5	172,6	182,8	193,0	203,1
20	15,9	31,7	47,6	63,5	79,3	95,2	111,1	126,9	142,8	158,7	174,6	190,4	206,3	222,2	238,0	253,9	269,8	285,6	301,5	317,4
25	24,8	49,6	74,4	99,2	124,0	148,8	173,6	198,4	223,2	247,9	272,7	297,5	322,3	347,1	371,9	396,7	421,5	446,3	471,1	495,9
32	40,6	81,2	121,9	162,5	203,1	243,7	284,4	325,0	365,6	406,2	446,9	487,5	528,1	568,7	609,3	650,0	690,6	731,2	771,8	812,5
40	63	127	190	254	317	381	444	508	571	635	698	762	825	889	952	1016	1079	1143	1206	1269
50	99	198	298	397	496	595	694	793	893	992	1091	1190	1289	1388	1488	1587	1686	1785	1884	1984
63	157	315	472	630	787	945	1102	1260	1417	1575	1732	1889	2047	2204	2362	2519	2677	2834	2992	3149
80	254	508	762	1016	1269	1523	1777	2031	2285	2539	2793	3047	3301	3555	3808	4062	4316	4570	4824	5078
100	397	793	1190	1587	1984	2380	2777	3174	3570	3967	4364	4761	5157	5554	5951	6347	6744	7141	7538	7934
125	620	1240	1860	2479	3099	3719	4339	4959	5579	6199	6818	7438	8058	8678	9298	9918	10538	11158	11777	12397
140	778	1555	2333	3110	3888	4665	5443	6220	6998	7776	8553	9331	10108	10886	11663	12441	13218	13996	14774	15551
160	1016	2031	3047	4062	5078	6093	7109	8125	9140	10156	11171	12187	13203	14218	15234	16249	117265	18280	19296	20312
180	1285	2571	3856	5141	6427	7712	8997	10283	11568	12853	14139	15424	16709	17995	19280	20566	21851	23136	24422	25707
200	1587	3174	4761	6347	7934	9521	11108	12695	14282	15868	17455	19042	20629	22216	23803	25390	26976	28563	30150	31737
250	2479	4959	7438	9918	12397	14877	17356	19836	22315	24794	27274	29753	32233	34712	37192	39671	42151	44630	47109	49589
300	3570	7141	10711	14282	17852	21422	24993	28563	32134	35704	39274	42845	46415	49986	53556	57126	60697	64267	67838	71408